



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I557934 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 11 月 11 日

(21)申請案號：100112126

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 04 月 06 日

(51)Int. Cl. : H01L33/02 (2010.01)

H01L31/042 (2014.01)

(30)優先權：2010/09/06 美國

61/380,258

(71)申請人：晶元光電股份有限公司 (中華民國) EPISTAR CORPORATION (TW)

新竹市新竹科學工業園區力行五路 5 號

(72)發明人：王心盈 WANG, HSIN YING (TW)；陳怡名 CHEN, YI MING (TW)；徐子傑 HSU, TZU CHIEH (TW)；陳吉興 CHEN, CHI HSING (TW)；張湘苓 CHANG, HSIANG LING (TW)；謝明勳 HSIEH, MIN HSUN (TW)；許嘉良 HSU, CHIA LIANG (TW)；陳昭興 CHEN, CHAO HSING (TW)；姚久琳 YAO, CHIU LIN (TW)；黃建富 HUANG, CHIEN FU (TW)；劉欣茂 LIU, HSIN MAO (TW)；鍾健凱 CHUNG, CHIEN KAI (TW)

(56)參考文獻：

CN 1835253A

審查人員：黃泰淵

申請專利範圍項數：12 項 圖式數：13 共 50 頁

(54)名稱

半導體光電元件

A SEMICONDUCTOR OPTOELECTRONIC DEVICE

(57)摘要

本發明關於一種半導體光電元件，包括一成長基板；一半導體磊晶疊層單元，磊晶成長於成長基板上，半導體磊晶疊層單元包括一成長於成長基板上，具有導電性之一犧牲層；一成長於犧牲層上，具有第一導電特性之第一半導體材料層；以及一成長於第一半導體材料層上，具有第二導電特性之第二半導體材料層；以及一第一電極，直接設置於成長基板上，藉由成長基板與該半導體磊晶疊層單元電性連結。

A semiconductor optoelectronic device includes a growth substrate, a semiconductor epitaxial stack epitaxially formed on the growth substrate, and the semiconductor epitaxial stack includes a sacrificial layer formed on the growth substrate; a first semiconductor material layer having a first electrical conductivity formed on the sacrificial layer and a second semiconductor material layer having a second electrical conductivity formed on the first semiconductor material layer; and a first electrode, directly formed on the growth substrate electrically connecting with the first semiconductor layer through the growth substrate.

指定代表圖：

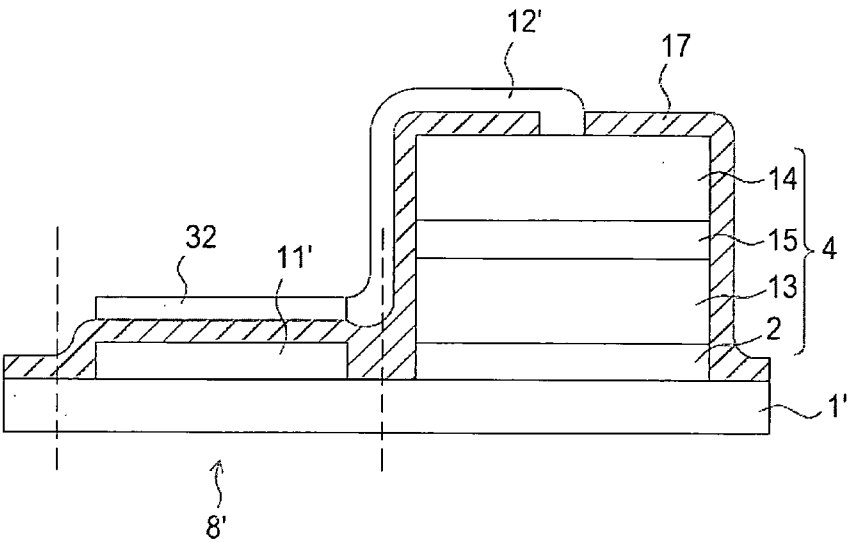


圖 12H

符號簡單說明：

- 1' . . . 成長基板
- 2 . . . 犧牲層
- 11' . . . 第一電極
- 12' . . . 金屬導線
- 13 . . . 第一半導體材料層
- 14 . . . 第二半導體材料層
- 15 . . . 發光層
- 17 . . . 絕緣層
- 32 . . . 第二電極

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：100112126

※申請日：100.4.6

※IPC 分類：

H01L 33/02 (2010.01)

H01L 31/042 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

半導體光電元件

A SEMICONDUCTOR OPTOELECTRONIC DEVICE

二、中文發明摘要：

本發明關於一種半導體光電元件，包括一成長基板；一半導體磊晶疊層單元，磊晶成長於成長基板上，半導體磊晶疊層單元包括一成長於成長基板上，具有導電性之一犧牲層；一成長於犧牲層上，具有第一導電特性之第一半導體材料層；以及一成長於第一半導體材料層上，具有第二導電特性之第二半導體材料層；以及一第一電極，直接設置於成長基板上，藉由成長基板與該半導體磊晶疊層單元電性連結。

三、英文發明摘要：

A semiconductor optoelectronic device includes a growth substrate, a semiconductor epitaxial stack epitaxially formed on the growth substrate, and the semiconductor epitaxial stack includes a sacrificial layer formed on the growth substrate; a first semiconductor material layer having a first electrical conductivity formed on the sacrificial layer and a second semiconductor material layer having a second electrical conductivity formed on the first semiconductor material layer; and a first electrode, directly formed on the growth substrate electrically connecting with the first semiconductor layer

through the growth substrate.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(12H)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1'：成長基板；

2：犧牲層；

11'：第一電極；

12'：金屬導線；

13：第一半導體材料層；

14：第二半導體材料層；

15：發光層；

17：絕緣層；

32：第二電極。

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種半導體光電元件及其製作方法，尤其是關於一種轉移設置於承載操作基板上之半導體光電元件以及此半導體光電元件的製作方法。

【先前技術】

隨著科技日新月異，半導體光電元件在資訊的傳輸以及能量的轉換上有極大的貢獻。以系統的運用為例，例如光纖通訊、光學儲存及軍事系統等，半導體光電元件皆能有所發揮。以能量的轉換方式進行區分，半導體光電元件一般可分為三類：將電能轉換為光的放射，如發光二極體及雷射二極體；將光的訊號轉換為電的信號，如光檢測器；將光的輻射能轉換為電能，如太陽能電池。

在半導體光電元件之中，成長基板扮演著非常重要的角色。形成半導體光電元件所必要的半導體磊晶結構皆成長於基板之上，並藉由基板產生支持的作用。因此，選擇一個適合的成長基板，往往成為決定半導體光電元件中元件成長品質的重要因素。

然而，有時一個好的元件成長基板並不一定是一個好的元件承載基板。以發光二極體為例，在習知的紅光元件製程中，為了提昇元件的成長品質，會選擇晶格常數與半導體磊晶結構較為接近但不透明的 GaAs 基板作為成長基

板。然而，對於以放光為操作目的的發光二極體元件而言，於操作過程之中，不透明的成長基板卻會造成元件的發光效率下降。

為了滿足半導體光電元件對於成長基板與承載基板不同需求條件的要求，基板的轉移技術於是因應而生。亦即，半導體磊晶結構先於成長基板上進行成長，再將成長完成的半導體磊晶結構轉移至承載基板，以方便後續的元件操作進行。在半導體磊晶結構與承載基板結合之後，原有成長基板的移除則成為此轉移技術的關鍵之一。

習知成長基板的移除方式主要包括將原有的成長基板以蝕刻液蝕刻溶解，以物理方式切割磨除，或事先在成長基板與半導體磊晶結構之間生成犧牲層，再藉由蝕刻去除犧牲層的方式將成長基板與半導體分離等。然而，不論是以蝕刻液溶解基板或是以物理性切割方式磨除基板，對原有的成長基板而言，都是一種破壞。成長基板無法再度利用，在強調環保及節能的現代，無疑是一種材料的浪費。然而，若是使用犧牲層結構進行分離時，對於半導體光電元件而言，如何進行有效地選擇性轉移並再度利用成長基板，則是目前研究的方向之一。

【發明內容】

為了有效地選擇性轉移半導體光電元件，本發明提供

一種半導體光電元件及其製作方法，尤其是關於一種轉移設置於操作基板上之半導體光電元件以及將殘留於成長基板上未被轉移的半導體磊晶疊層單元製作為半導體光電元件的製作方法。

本發明的一實施例係提供一種半導體光電元件，包括一成長基板；一半導體磊晶疊層單元，磊晶成長於成長基板上，半導體磊晶疊層單元包括一成長於成長基板上，具有導電性之一犧牲層；一成長於犧牲層上，具有第一導電特性之第一半導體材料層；以及一成長於第一半導體材料層上，具有第二導電特性之第二半導體材料層；以及一第一電極，設置於成長基板上，藉由成長基板與該半導體磊晶疊層單元電性連結。

【實施方式】

請參照圖 1，圖 1 為依據本發明一實施例之半導體光電元件的製作方法。首先，根據側視圖 1A，先提供一成長基板 1，並形成一犧牲層 2 於成長基板 1 之上，再形成一半導體磊晶疊層 3 於犧牲層 2 之上。其中，成長基板 1 的材質例如可選自於由藍寶石(Al_2O_3)、矽(Si)、碳化矽(SiC)、氮化鎵(GaN)以及砷化鎵(GaAs)所組成之一族群，而犧牲層 2 的材質例如可為砷化鋁(AlAs)、鋁化鎵砷(AlGaAs)、以及氧化鋅(ZnO)，而半導體磊晶疊層 3 例如可以為發光二極體

磊晶疊層及/或太陽能電池磊晶疊層。接著，請分別同時參照俯視圖 1B 及側視圖 1C，以習知的製作方式，例如為乾蝕刻、濕蝕刻、或雷射切割等方式分隔半導體磊晶疊層為複數個半導體磊晶疊層單元 4。分隔後，如圖 1C 所示，裸露出複數個半導體磊晶疊層單元 4 下的犧牲層 2 之側壁 2'。同樣地，半導體磊晶疊層單元 4 例如可以為發光二極體磊晶疊層區域及/或太陽能電池磊晶疊層區域。

以上述的方式於成長基板 1 上形成複數半導體磊晶疊層單元 4 的結構之後，半導體磊晶疊層單元 4 將依據後續製程或應用需求選擇性地將半導體磊晶疊層單元轉移至操作基板上。以圖 2 為例，顯示一分別由紅光半導體磊晶疊層單元 101、綠光半導體磊晶疊層單元 102、以及藍光半導體磊晶疊層單元 103 所組成的多彩顯示裝置。為配合此多彩顯示裝置，當成長基板上的複數半導體磊晶疊層單元 4 放射紅光波長時，依據多彩顯示裝置上紅光半導體磊晶疊層單元 101 的配置，半導體磊晶疊層單元 4 將交錯地由成長基板 1 上被選擇性地轉移至操作基板，即多彩顯示裝置上。

轉移的製程如接下來圖 3A 至 3C 所述，需要被轉移的第二半導體磊晶疊層單元 4' 和不需要轉移的第一半導體磊晶疊層單元 4' 透過不同的光阻覆蓋方式依後續之步驟達到可進行選擇性轉移的效果。為了選擇性地轉移特定部份的半導體磊晶疊層單元 4，如俯視圖 3A 及俯視圖 3A 中 B-B'

線段之側視圖 3B 所示，以一圖案化的光阻層 5 覆蓋部分半導體磊晶疊層單元 4：對於無須轉移的第一半導體磊晶疊層單元 4'，以完全覆蓋的方式包覆住包含半導體磊晶疊層的表面以及其下裸露的犧牲層側壁 2'；對於需要被轉移的第二半導體磊晶疊層單元 4''，則覆蓋部份達到簡單固定的效果，並裸露出犧牲層側壁 2'。然後，使用習知的蝕刻技術，例如濕蝕刻，利用蝕刻液經由裸露出的犧牲層側壁 2' 去除第二半導體磊晶疊層單元 4'' 之下的犧牲層 2。在此步驟之後，部分半導體磊晶疊層單元 4 下方的犧牲層 2 被選擇性地移除，如側視圖 3C 所示，圖中表示俯視圖 3A 中線段 B-B' 經由移除步驟後部分犧牲層 2 被移除之結果。

透過此種方式，當成長基板上所有的半導體磊晶疊層單元 4 皆被移除後，原有的成長基板由於並未遭受破壞，將可透過一般的清洗過程後，再度回收使用。

除此之外，亦可以使用濕氧蝕刻的方式，藉由濕氧改變犧牲層 2 材料本身的性質，減少犧牲層 2 與半導體磊晶疊層單元 4 彼此間的黏著性(圖未示)。

為了有效地選擇性轉移下方犧牲層 2 被移除的部分半導體磊晶疊層單元，即第二半導體磊晶疊層單元 4''，使用一轉移結構 6 進行轉移程序。轉移結構 6 的材質主要係由有機高分子材料所組成，例如為發泡膠或 PI tape。轉移結構 6 具有一朝向半導體磊晶疊層單元 4 的轉移表面 6'，其

中轉移表面 6' 可為具有黏著性的表面或包括至少一個係與須轉移的第二半導體磊晶疊層單元 4'' 相對應的突起 (Protrusion) 61。透過轉移表面 6' 的黏著力或藉由累積在轉移表面突起 61 與第二半導體磊晶疊層單元 4'' 表面之間的電荷所產生的靜電吸引力，可選擇性地對須第二半導體磊晶疊層單元 4'' 進行吸附作用，而將第二半導體磊晶疊層單元 4'' 轉移至轉移結構 6 上，如圖 4A 所示。

此外，被轉移至轉移結構 6 的第二半導體磊晶疊層 4'' 上仍然附著有部分圖案化光阻層 5。因此，為了去除圖案化光阻層 5 或依結構設計需求需要將第二半導體磊晶疊層單元 4'' 上下倒置地設置於操作基板上時，可以選擇性地進行二次轉移技術。即，如圖 4B 至 4D 所示，當第二半導體磊晶疊層單元 4'' 被轉移至轉移結構 6 後，原先覆蓋在部分第二半導體磊晶疊層單元 4'' 上表面的圖案化光阻層 5 仍附著在第二半導體磊晶疊層單元 4'' 與轉移結構 6 未被移除。此時，可先將轉移結構 6 上的第二半導體磊晶疊層單元 4'' 轉移至一第二轉移結構 6''，以光阻去除液去除仍附著於第二半導體磊晶疊層單元 4'' 的圖案化光阻層 5 後，再進行二次轉移將第二轉移結構 6'' 上的第二半導體磊晶疊層單元 4'' 轉移至操作基板 7 上。相似地，第二轉移結構 6'' 的材質主要係由有機高分子材料所組成，例如為發泡膠或 PI tape。第二轉移結構 6'' 具有一朝向轉移的半導體磊晶疊層單元 4'' 的轉移表面，其中轉移表面可為具有黏著性的表面或包括

至少一個係與須轉移的第二半導體磊晶疊層單元 4'' 相對應的突起(Protrusion)62。透過第二轉移結構 6'' 表面的黏著力或累積在轉移表面的突起 62 與第二半導體磊晶疊層單元 4'' 表面之間的電荷所產生的靜電吸引力，選擇性地對第二半導體磊晶疊層單元 4'' 再次進行吸附作用，將第二半導體磊晶疊層單元 4'' 轉移至第二轉移結構 6'' 上。

最後，如圖 4E 所示，再將第二半導體磊晶單元 4'' 由第二轉移結構 6'' 轉移至操作基板 7 上。當然，若只進行一次轉移步驟時，第二半導體磊晶單元 4'' 亦可以相似的方式直接由轉移結構 6 轉移至操作基板 7 上。

如圖 5A 所示，操作基板 7 上具有複數個電極區域 8 及複數個磊晶區域 9，其中，電極區域 8 與磊晶區域 9 以一定的距離相隔，而操作基板 7 的材質可例如為藍寶石 (Al_2O_3)、矽 (Si)、碳化矽 (SiC)、氮化鎵 (GaN) 以及砷化鎵 (GaAs)、氮化鋁 (AlN)。或者，操作基板 7 係為一 PCB 基板或一 FR4 基板。將置於轉移結構 6 (或是第二轉移結構 6'') 上的複數個第二半導體磊晶疊層單元 4'' 轉移至操作基板 7 上，其方式例如為形成一黏著層 10 於操作基板 7 與第二半導體磊晶疊層單元 4'' 之間，藉由加熱的方式對操作基板 7 與第二半導體磊晶疊層單元 4'' 進行黏著。因為加熱的作用，同時可使第二半導體磊晶疊層單元 4'' 與轉移結構 6 (6'') 之間的吸附力下降 (轉移表面 6' 的黏著性因加熱而降低)，再加上黏著層 10 對第二半導體磊晶疊層單元 4'' 與操作基

板 7 的吸附力，可以將第二半導體磊晶疊層單元 4'' 自轉移結構 6(6'') 上轉移至操作基板 7。其中，黏著層 10 的材質可以為有機高分子材料、金屬材料、以及金屬合金材料。此外，為了增加元件的出光效率或其他目的，更可以選擇性地在操作基板 7 的表面 7'' 進行粗糙化，使表面 7'' 包括至少一突起(Protrusion，圖未示)及/或至少一凹洞(Cavity，圖未示)。如圖 5A 中 A-A' 線段側視圖 5B 所示，選擇性地轉移部份第二半導體磊晶疊層單元 4'' 於操作基板 7 之磊晶區域 9 上，並與電極區域 8 以一特定距離相隔。

最後，如圖 6 所示，在操作基板 7 的電極區域 8 形成第一電極 11，第一電極 11 並藉由自其本體延伸的金屬導線 12 或透過其他導電介質，例如為氧化銦錫、氧化鎘錫、氧化鋅、氧化銦、氧化錫、氧化銅鋁、氧化銅鎳、氧化鋁銅、氧化鋁鋅、氧化鋅鎳以及上述任意組合等之透明導電材料與轉移並設置在相對應磊晶區域 9 的第二半導體磊晶疊層單元 4'' 各自電性連結。

此外，為達到元件導電的目的，製作步驟中更可包括形成一第二電極(圖未示)於第二半導體磊晶疊層單元 4'' 與操作基板 7 之間或操作基板 7 相對於第二半導體磊晶疊層單元 4'' 的相反側。

請參照圖 7A 及圖 8，顯示為依據本發明精神上述的製作方式所製作的單一半導體光電元件 20 及半導體光電元

件 30 的側視圖。半導體光電元件 20 及 30 例如可以為一太陽能電池或一發光二極體。

如圖 7A 至圖 7C 所示，半導體光電元件 20 包含一操作基板 7，一半導體磊晶疊層單元 4 設置於操作基板 7 之上。接著，放大半導體磊晶疊層單元 4 如圖 7B 所示，半導體磊晶疊層單元 4 包含設置於操作基板 7 之上，具有第一導電特性的第一半導體材料層 13，例如為 n 型半導體材料層，以及一設置於第一半導體材料層 13 之上，具有第二導電特性的第二半導體材料層 14，例如為 p 型半導體材料層。當半導體光電元件 20 及 30 為發光二極體元件時，半導體磊晶疊層單元 4 則又可包含一發光層 15，設置於第一半導體材料層 13 與第二半導體材料層 14 之間。

參考圖 7A，在半導體光電元件 20 之中更包含一透明導電層 16，設置於操作基板 7 之上。透明導電層 16 包含一第一表面 16' 以及一大致平行第一表面的第二表面 16''。在第一表面 16' 上，第二半導體材料層 14 與透明導電層 16 有部分直接接觸，定義為一個直接接觸部 18。在第二表面 16'' 相對於第一表面 16' 直接接觸部的位置則稱為直接接觸對應部 18'，放大如圖 7C 所示。請注意，圖 7C 中為清楚表示透明導電層 16 與半導體磊晶疊層單元 4 中第二半導體材料層 14 兩者接觸的相對位置，故稍微分隔兩者，但兩者實質上為相互接觸。其中，透明導電層 16 的材料係可為氧化銦錫、氧化鎘錫、氧化鋅、氧化銦、氧化錫、氧化銅鋁、

氧化銅鎳、氧化鋁銅、氧化鋁鋅、氧化鋅鎳以及上述任意組合。為了增加元件出光或吸光的效率，於較佳的情況下，覆蓋於半導體磊晶疊層單元 4 之上的透明導電層 16 透光效率應大於 90%。

繼續參考圖 7A，為達成元件與外界的電性連結，在本實施例之中，在操作基板 7 之上，更包含有一個第一電極 11 設置在透明導電層 16 上直接接觸部 18 與直接接觸對應部 18' 之外的區域，藉由透明導電層 16 與半導體磊晶疊層單元 4 進行電性連結。透過這樣的設計，由於半導體磊晶疊層單元 4 上方覆蓋的為透明的材料，半導體光電元件 20 不論是出光或吸光的效率都可以獲得大幅的提升。值得注意的是，為了增加元件結構的穩固與效率，在半導體磊晶疊層單元 4 的部分表面更可以選擇性的以絕緣材料層 17 進行保護，絕緣材料可例如以為常見的氧化矽或氮化矽材料。此外，如上述製作方法中所述，在本結構中，半導體磊晶疊層單元 4 與操作基板 7 之間更可選擇性的設置一層黏著層 10 以達到相互黏著的效果。

接著參照圖 8，圖 8 為根據本發明精神所製作的另一半導體光電元件 30。在此實施例中，與前一實施例相似的結構則不再贅述。不同的是，本實施例中，半導體光電元件 30 上的第一電極 11 更包括複數個金屬導線 12 自第一電極延伸至直接接觸對應部 18'，藉由金屬較低的電阻值特性增加元件的導電效率，其上視圖可以一併參照圖 6。其中，

第一電極 11 的材質係可以由鈦、鋁、金、鉻、鎳、鍺或上述之任意合金所構成之一單層或一多層金屬結構，金屬導線 12 較佳為具有一寬度小於 $20\mu\text{m}$ ，而金屬導線 12 亦可以選擇性地與第一電極 11 由不同材質所製成。

此外，為達到元件導電的目的，結構中更可包括形成一第二電極(圖未示)於半導體磊晶疊層單元 4 與操作基板 7 之間或操作基板 7 相對於半導體磊晶疊層單元 4 的相反側，即操作基板的下表面 71。為了增加元件的出光效率或其他目的，在操作基板 7 的表面亦可以包括有至少一突起(Protrusion，圖未示)及/或至少一凹洞(Cavity，圖未示)之粗糙化結構。

請參照圖 11A 至圖 11C。圖 11A 為藉由上述實施方式移除部份半導體磊晶疊層單元 4 後的成長基板 1'。成長基板 1' 上殘留有受到圖案化光阻層 5 所保護而未被移除的半導體磊晶疊層單元。以光阻去除液移除圖案化光阻層 5 後，如圖 11B 所示，沒有被移除的半導體磊晶疊層單元 4 就會裸露出來。透過適當的選擇性移除步驟後，每一個沒有被移除的半導體磊晶疊層單元 4 的相鄰區域皆會產生一個由被移除的半導體磊晶疊層單元所造成的空缺作為電極區域 8'，如圖 11C 所示，便可以將每一個原本留在成長基板 1' 上沒有被移除的半導體磊晶疊層單元 4 製作為一個一個的半導體光電元件 20'。

圖 12A-12I 描述單一半導體光電元件 20' 的製作步驟。

圖 12A 所顯示的為依據圖 11B 中 D-D' 線段所表示的單一半導體磊晶疊層單元 4 與其相鄰的電極區域 8' 的側視圖。與被移除的半導體磊晶單元 4 結構相同，留在成長基板 1' 上未被移除的半導體磊晶單元 4 具有第一導電特性的第一半導體材料層 13，例如為 n 型半導體材料層，以及一設置於第一半導體材料層 13 之上，具有第二導電特性的第二半導體材料層 14，例如為 p 型半導體材料層。當半導體磊晶單元 4 結構為發光二極體單元結構時，半導體磊晶疊層單元 4 則又可包含一發光層 15，設置於第一半導體材料層 13 與第二半導體材料層 14 之間。此外，與被移除的半導體磊晶單元 4 結構不同的是，留在成長基板 1' 上未被移除的半導體磊晶單元 4 結構更包含一層犧牲層 2 設置於第一半導體材料層 13 與成長基板 1' 之間。

此時，當成長基板 1' 為導電性基板時，而犧牲層 2 也是導電性材料時，可以在成長基板 1' 的表面直接形成第一電極 11'，透過成長基板 1' 及犧牲層 2 與第一半導體材料層 13 電性連結，如圖 12B 及圖 12C 所示，其中，圖 12B 為側視示意圖，圖 12C 則為俯視示意圖。

接著，為了電性隔絕第一半導體材料層 13 與第二半導體材料層 14，在成長基板 1' 上全面性地覆蓋一層絕緣層 17，如圖 12D 與 12E 所示，其中，圖 12D 為側視示意圖，圖 12E 則為俯視示意圖。

接著，以習知的光微影蝕刻技術在相對應於半導體磊晶疊層單元 4 表面上的絕緣層形成至少一開口 31，並裸露出第二半導體材料層 14，作為第二半導體半導體材料層 14 與接下來將形成、與第二半導體材料層 14 電性連接的第二電極的電性連接通道。於本實施例中，開口 31 的數目為一個，然而，在實際應用的情況下，開口 31 的數目與形狀並無限制，如圖 12F 與 12G 所示，其中，圖 12F 為側視示意圖，圖 12G 則為俯視示意圖。同時，第一電極 11' 上方的絕緣層 17 也可以在此步驟藉由光蝕刻微影技術移除，作為未來與外部電路或其他光電元件電性連結的通道。

最後，在電極區域 8' 的絕緣層 17 的上方形形成一個第二電極 32 以及一自開口 31 延伸至第二電極 32 的金屬導線 12'，透過金屬導線 12'，可以使第二半導體材料層 14 與第二電極 32 電性連結。其中，第一電極 11' 與第二電極 32 的材質係可以由鈦、鋁、金、鉻、鎳、鍺或上述之任意合金所構成之一單層或一多層金屬結構，金屬導線 12' 較佳為具有一寬度小於 $20\mu\text{m}$ ，而金屬導線 12' 亦可以選擇性地由與第一電極 11 及第二電極 32 相同或不同材質、相同或不同的製作步驟所製成。例如，當半導體光電元件 20' 為一發光二極體元件時，為了增加元件的出光面積，設置在半導體磊晶疊層單元 4 上方的金屬導線 12' 也可以視需求更換為透明導電層，而透明導電層的材料係可為氧化銦錫、氧化鎵錫、氧化鋅、氧化銦、氧化錫、氧化銅鋁、氧化銅鎳、

氧化鋇銅、氧化鋁鋅、氧化鋅鎵以及上述任意組合。如圖 12H 與 12I 所示，其中，圖 12H 為側視示意圖，圖 12I 則為俯視示意圖。

半導體光電元件 20' 製作的步驟並不以上述的順序為限，例如第一電極 11' 與第一絕緣層 17 的製作步驟可以互換，可以先在成長基板 1' 的表面上全面性的覆蓋絕緣層 17，再利用光微影蝕刻技術裸露出第一電極 11' 與開口 31 的部分，最後再形成第一電極 11'、第二電極 32 與金屬導線 12' (或透明導電層)。

製作完成後，留在成長基板 1' 上沒有被移除的每一個半導體光電元件 20' 可以再透過切割裂片的方式加以分離，依不同需求加以應用。

圖 13A 至圖 13C 所示為依據本發明精神所述一種發光二極體結構 60 的製作過程。首先，參照圖 13A，提供一個非導電成長基板 1''。接著，於非導電成長基板 1'' 上成長犧牲層 (圖未示)；於犧牲層上成長第一半導體材料層 13，例如為 n 型半導體材料層；於第一半導體材料層上成長第二半導體材料層 14，例如為 p 型半導體材料層；以及成長一發光層 15 於第一半導體材料層 13 與第二半導體材料層 14 之間。最後，以習知的製作方式，例如為乾蝕刻、濕蝕刻、或雷射切割等方式將非導電成長基板 1'' 上已形成的上述多層半導體磊晶疊層 (包含犧牲層、第一半導體材料層 13、發

光層 15、第二半導體材料層 14)分隔為複數個半導體磊晶疊層單元 4。

接著，請參照圖 13A 及圖 13B，使用轉移結構 6 與 6'' 進行二次轉移程序。轉移結構 6(6'')的材質主要係由有機高分子材料所組成，例如為發泡膠或 PI tape。轉移結構 6 具有一朝向第二半導體材料層 14 的轉移表面，其中轉移表面可為具有黏著性的表面或包括至少一個與要被轉移的第二半導體磊晶疊層單元 4 相對應的突起(Protrusion)61。接著如圖 13B 所示，藉由與前述相似轉移方式，將部份半導體磊晶疊層單元 4 轉移至轉移結構 6 上，接著，再以轉移結構 6'' 二次轉移，使半導體磊晶疊層單元 4 在轉移結構 6'' 上上下下倒置。

如圖 13C 所示，部分未轉移的半導體磊晶疊層單元 4 留在原有非導電成長基板 1'' 之上。此時，透過適當的選擇性移除步驟，部分沒有被轉移的半導體磊晶疊層單元 4 的相鄰區域會產生一個由被轉移的半導體磊晶疊層單元所造成的空缺作為電極區域。接著，在非導電成長基板 1'' 表面上電極區域形成一個與犧牲層(犧牲層例如為與第一半導體材料層 13 電性連結的導電型犧牲層)或第一半導體材料層 13 直接接觸的底層導電連結結構 33，使其與第一半導體材料層 13 電性連結，並將轉移結構 6'' 上上下下倒置的半導體磊晶疊層單元 4 再接合至原有非導電成長基板 1'' 表面的電極區域，使底層導電連結結構 33 與上下倒置的半導體

磊晶疊層單元 4 的第二半導體材料層 14 電性連結，再移除轉移結構 6”。透過底層導電連結結構 33 的連結，原有未被移除的半導體磊晶疊層單元 4 的第一半導體材料層 13 與經由二次轉移的半導體磊晶疊層單元 4 第二半導體材料層 14 形成電性連結，即兩兩串聯的結構。

最後，如圖 13D 所示，可再於上方形成導電連結結構 33'，將兩組串聯的半導體磊晶疊層單元 4 串接為一整串高壓發光二極體結構。製作的方式例如可以為在兩組相鄰的串聯發光二極體之間製作絕緣層(圖未示)，再將導電連結結構製作於絕緣層上，並以傳統曝光、顯影、蝕刻等製程方式移除部份絕緣層，使半導體材料層的部分表面裸露出來以與導電連結結構直接連接，使兩組串聯的半導體磊晶疊層單元 4 透過導電連結結構進行串接。此外，更可在一整串製作完成串接的高壓發光二極體結構中之第一個與最後一個的半導體磊晶疊層單元 4 表面上分別形成第一電極與第二電極(11'、32')，用以與外部電源或其他光電元件電性連接。當然，單一發光二極體結構中半導體磊晶疊層單元 4 串接的數量並不以本實施例為限。

透過本實施例所介紹的發光二極體結構的製作方式，在藉由導電連結結構電性串聯相鄰的半導體磊晶疊層單元時，由於第一半導體磊晶單元的第一半導體材料層與相鄰半導體磊晶單元的第二半導體材料層皆設置於半導體磊晶疊層單元的最底層或最頂層。因此，導電連結結構在設置

時，會設置在相近高度的水平面上(如圖 13D 所示，導電連結結構 33 與 33' 設置在成長基板的表面上或在半導體磊晶單元上表面之上)。因此，導電連結結構在製作時，較不會因需同時連結在半導體磊晶疊層單元底面的半導體材料層與相鄰半導體磊晶疊層單元頂面的半導體材料層而造成連結時需作成需有高度差的結構而造成導電連結結構良率不佳的情況。

圖 9A 所示為依據本發明精神所製作的另一種發光二極體結構 40。在結構 40 中，包括一操作基板 7，操作基板 7 具有一表面 7''，表面上包括複數個第一磊晶區域 19 與複數個第二磊晶區域 21。每一個磊晶區域中，皆包括一個上述的半導體光電元件(在此為發光二極體元件)。也就是說，在每一個磊晶區域上，皆包括一個發光二極體磊晶疊層單元。值得注意的是，在第一磊晶區域 19 上所包括的是放射第一主放射波長的第一發光二極體磊晶疊層單元 22，在本實施例中第一主放射波長為放射紅光，波長係介於 600nm 至 650nm 之間。當然，根據不同的需求，第一主放射波長或可以為綠光，波長係介於 510nm 至 550nm 之間，或可以為藍光，波長係介於 390nm 至 440nm 之間；而在第二磊晶區域 21 上所包括的是放射第二主放射波長的第二發光二極體磊晶疊層單元 23，在本實施例中第二主放射波長為放射綠光，波長係介於 510nm 至 550nm 之間。由實施例中可知，第一主放射波長係可不等於第二主放射波長。

藉由上述實施例所介紹的半導體光電元件的製作方式，即使在單一操作基板上包含有兩種(如本結構 40)或以上不同的磊晶疊層單元(在此為具有不同主放射波長的發光二極體磊晶疊層單元)，可以容易地依據需求經過一次的轉移，即可選擇性自成長基板上轉移複數個成長於單一相同成長基板上不同位置但可放射相同主放射波長的發光二極體磊晶疊層單元至操作基板上。因此，以圖 9A 的結構 40 為例，僅需要兩次的轉移動作，即第一次自成長紅光發光二極體元件的成長基板轉移紅光磊晶疊層單元，第二次自成長綠光發光二極體元件的成長基板轉移綠光磊晶疊層單元，即可完成操作基板上所有磊晶疊層單元設置的初步結構，而不需以人工選取或機器手臂夾取等方式一單元一單元地轉移，可縮短製程的時間。

同樣的，請參考圖 9B，在發光二極體結構 40 之中，每一個發光二極體磊晶疊層單元 22 及 23 分別包含一具有第一導電特性的第一半導體材料層 13，例如為 p 型半導體材料層，一設置於第一半導體材料層 13 之上，具有第二導電特性的第二半導體材料層 14，例如為 n 型半導體材料層，以及一發光層 15，設置於第一半導體材料層 13 與第二半導體材料層 14 之間。

此外，如同上述的實施例所述，為達到元件導電的目的，於結構 40 中，每一個第一發光二極體磊晶疊層單元 22 及/或第二發光二極體磊晶疊層單元 23 更可包括一個第

一電極(圖未示)設置於半導體磊晶疊層單元相對於操作基板 7 的相反側，於本實施例，即為設置在半導體磊晶疊層單元之上；或是設置於半導體磊晶疊層單元與操作基板 7 的表面 7'' 之間；或是操作基板 7 相對於半導體磊晶疊層單元的相反側，即操作基板的下表面。為了增加元件的出光效率或其他目的，在操作基板 7 的表面亦可以包括有至少一突起(Protrusion，圖未示)及/或至少一凹洞(Cavity，圖未示)之粗糙化結構。

值得注意的是，每一次進行轉移製程的時候，操作基板 7 與轉移結構 6(6'') 之間會有產生對位誤差的可能性。因此，進行選擇性轉移製程的發光二極體結構將可能發生如圖 10 的情況。以發光二極體結構 50 為例，定義一第一方向 24 平行操作基板 7 的表面 7''，由於放射第一主放射波長的第一發光二極體磊晶疊層單元 22 是在同一次轉移製程中一起轉移到操作基板 7 上，因此，會產生轉移結構本身的角度偏移間接影響附著在轉移結構上所有的第一發光二極體磊晶疊層單元 22 一起產生相同的對位角度偏移的情況。相同地，放射第二主放射波長的第二發光二極體磊晶疊層單元 23 是在同一次轉移製程中一起轉移到操作基板 7 上，因此，也會有一起產生相同的對位角度偏移的情況。以其中一個第一發光二極體磊晶疊層單元 22 為例，具有任一一個平行於操作基板 7 表面 7'' 的第一邊 25。對每一個第一發光二極體磊晶疊層單元 22 的第一邊 25 作延長

線，會發現所有的延長線會具有實質平行的第一延長方向 26。相同地，以其中任一個第二發光二極體磊晶疊層單元 23 為例，會具有一個相對應於第一發光二極體磊晶疊層單元 22 平行於操作基板 7 表面 7'' 的第一邊 27。對每一個第二發光二極體磊晶疊層單元 23 的第一邊 27 作延長線，會發現所有的延長線具有實質平行的第二延長方向 28。由於兩次轉移所產生的對位角度偏移不盡相同，因此，以原本定義的第一方向 24 為基準，第一延長方向 26 與第一方向 24 會產生一夾角 θ_1 ，而第二延長方向 28 與第一方向 24 會產生另一夾角 θ_2 ，而且 θ_1 不等於 θ_2 。本實施例中， θ_1 約等於 70 度而 θ_2 約等於 90 度。

藉由以上的說明，可了解本發明所揭示之一種半導體光電元件的轉移製作方法除了完整地保留半導體光電元件的成長基板，可以重複使用之外，並且可以以具有選擇性地方式單次轉移多個半導體光電元件單元於操作基板上，簡化製程。這種方式，對於發展中的多色發光元件或是多色顯示器的製作，具有節省成本以及縮短製程時間的良好功效。

本發明所列舉之各實施例僅用以說明本發明，並非用以限制本發明之範圍。任何人對本發明所作之任何顯而易知之修飾或變更皆不脫離本發明之精神與範圍。

【圖式簡單說明】

圖 1A 為一示意圖，顯示一半導體光電元件製作方法的側視示意圖；

圖 1B 為一示意圖，顯示一半導體光電元件製作方法的俯視示意圖；

圖 1C 為一示意圖，顯示一依俯視圖 1B 之 C-C' 線段切割的側視示意圖；

圖 2 為一示意圖，顯示一多彩顯示裝置俯視示意圖；

圖 3A 為一示意圖，顯示一半導體光電元件製作方法的俯視示意圖；

圖 3B 為一示意圖，顯示一依俯視圖 3A 之 B-B' 線段切割的側視示意圖；

圖 3C 為一示意圖，顯示一半導體光電元件製作方法的側視示意圖；

圖 4A 為一示意圖，顯示一半導體光電元件製作方法的側視示意圖；

圖 4B 為一示意圖，顯示一半導體光電元件製作方法的側視示意圖；

圖 4C 為一示意圖，顯示一半導體光電元件製作方法的側視示意圖；

圖 4D 為一示意圖，顯示一半導體光電元件製作方法的側視示意圖；

圖 4E 為一示意圖，顯示一半導體光電元件製作方法的側視示意圖；

圖 5A 為一示意圖，顯示一半導體光電元件製作方法的俯視示意圖；

圖 5B 為一示意圖，顯示一依俯視圖 5A 之 A-A' 線段切割的側視示意圖；

圖 6 為一示意圖，顯示一半導體光電元件製作方法的俯視示意圖；

圖 7A 為一示意圖，顯示依本發明另一實施例所示之一半導體光電元件結構側視示意圖；

圖 7B 為一示意圖，顯示一依側視圖 7A 之半導體磊晶疊層單元 4 部分之側視示意圖；

圖 7C 為一示意圖，顯示一依側視圖 7A 之半導體磊晶疊層單元 4 與透明導電層 16 部分之立體示意圖；

圖 8 為一示意圖，顯示依本發明另一實施例所示之一半導體光電元件結構側視示意圖；

圖 9A 為一示意圖，顯示依本發明另一實施例所示之一發光二極體元件結構側視示意圖；

圖 9B 為一示意圖，顯示一依側視圖 9A 之半導體磊晶疊層單元部分之側視示意圖；

圖 10 為一示意圖，顯示依本發明另一實施例所示之一發光二極體元件結構側視示意圖。

圖 11A 為一示意圖，顯示依本發明另一實施例所示之一發光二極體元件結構俯視示意圖。

圖 11B 為一示意圖，顯示依本發明另一實施例所示之一發光二極體元件結構俯視示意圖。

圖 11C 為一示意圖，顯示依本發明另一實施例所示之一發光二極體元件結構俯視示意圖。

圖 12A 為一示意圖，顯示一依俯視圖 11B 之 D-D' 線段切割一半導體光電元件製作方法的側視示意圖；

圖 12B 為一示意圖，顯示一依俯視圖 11B 之 D-D' 線段切割一半導體光電元件製作方法的側視示意圖；

圖 12C 為一示意圖，顯示一依俯視圖 11B 之 D-D' 線段切割一半導體光電元件製作方法的俯視示意圖；

圖 12D 為一示意圖，顯示一依俯視圖 11B 之 D-D' 線段切割一半導體光電元件製作方法的側視示意圖；

圖 12E 為一示意圖，顯示一依俯視圖 11B 之 D-D' 線段切割一半導體光電元件製作方法的俯視示意圖；

圖 12F 為一示意圖，顯示一依俯視圖 11B 之 D-D' 線段切割一半導體光電元件製作方法的側視示意圖；

圖 12G 為一示意圖，顯示一依俯視圖 11B 之 D-D' 線段切割一半導體光電元件製作方法的俯視示意圖；

圖 12H 為一示意圖，顯示一依俯視圖 11B 之 D-D' 線段切割一半導體光電元件製作方法的側視示意圖；

圖 12I 為一示意圖，顯示一依俯視圖 11B 之 D-D' 線段切割一半導體光電元件製作方法的俯視示意圖。

圖 13A 為一示意圖，顯示一依本發明另一實施例所示之一發光二極體元件結構製作方法的側視示意圖。

圖 13B 為一示意圖，顯示一依本發明另一實施例所示之一發光二極體元件結構製作方法的側視示意圖。

圖 13C 為一示意圖，顯示一依本發明另一實施例所示之一發光二極體元件結構製作方法的側視示意圖。

圖 13D 為一示意圖，顯示一依本發明另一實施例所示之一發光二極體元件結構製作方法的側視示意圖。

【主要元件符號說明】

1、1'：成長基板；

1''：非導電成長基板；

2：犧牲層；

2'：犧牲層側壁；

3：半導體磊晶疊層；

4：半導體磊晶疊層單元；

4'：第一半導體磊晶疊層單元；

4''：第二半導體磊晶疊層單元；

5：圖案化光阻層；

6、6''：轉移結構；

- 6'：轉移表面；
- 7：操作基板；
- 7''：操作基板表面；
- 8、8'：電極區域；
- 9：磊晶區域；
- 10：黏著層；
- 11、11'、11''：第一電極；
- 12、12'：金屬導線；
- 13：第一半導體材料層；
- 14：第二半導體材料層；
- 15：發光層；
- 16：透明導電層；
- 16'：第一表面；
- 16''：第二表面；
- 17：絕緣層；
- 18：直接接觸部；
- 18'：直接接觸對應部；
- 19：第一磊晶區域；
- 20、20'、30：半導體光電元件；
- 21：第二磊晶區域；
- 22：第一發光二極體磊晶疊層單元；
- 23：第二發光二極體磊晶疊層單元；

- 24：第一方向；
- 25、27：第一邊；
- 26：第一延長方向；
- 28：第二延長方向；
- 31：開口；
- 32、32'：第二電極；
- 33、33'：導電連結結構；
- 40、50、60：發光二極體結構；
- 61：轉移表面的突起；
- 62：轉移表面的突起；
- 71：操作基板的下表面；
- 101：紅光半導體磊晶疊層單元；
- 102：綠光半導體磊晶疊層單元；
- 103：藍光半導體磊晶疊層單元。

七、申請專利範圍：

1. 一種半導體光電元件，包括：

一成長基板；

一半導體磊晶疊層單元，磊晶成長於該成長基板上，該半導體磊晶疊層單元包括：

一成長於該成長基板上，具有導電性之一犧牲層，其中該犧牲層位於該半導體磊晶疊層單元與該成長基板之間；

一成長於該犧牲層上，具有第一導電特性之第一半導體材料層；以及

一成長於該第一半導體材料層上，具有第二導電特性之第二半導體材料層；

一第一電極，設置於該成長基板上，藉由該成長基板與該第一半導體材料層電性連結；

一絕緣層設置於該成長基板上；

一第二電極，設置於該絕緣層上，其中該絕緣層位於該成長基板與該第二電極之間；以及

一導電連接結構連接該第二電極及該第二半導體材料層，其中於該半導體光電元件之一上視圖上，該第二電極及該導電連接結構不與該第一電極重疊。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之半導體光電元件，其中該半導體磊晶疊層單元更包括一發光層，設置於該第一半導體材料層與該第二半導體材料層之間。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之半導體光電元件，其中該絕緣層與該成長基板之間不包含半導體材料層。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之半導體光電元件，其中該絕緣層更設置於該半導體磊晶疊層單元的一表面上，並具有一開口裸露部分該第二半導體材料層。
5. 如申請專利範圍第 4 項所述之半導體光電元件，其中該導電連接結構經由該開口電性連接該第二半導體材料層與該第二電極。
6. 如申請專利範圍第 5 項所述之半導體光電元件，其中該導電連接結構係為一金屬導線或一透明導電層。
7. 如申請專利範圍第 6 項所述之半導體光電元件，其中該金屬導線具有一寬度小於 $20\mu\text{m}$ ，及/或該金屬導線之材料與該第二電極不同。

8. 一種半導體光電結構，包括：

一非導電成長基板；

一第一半導體光電元件，設置於該非導電成長基板上，包括：

一第一半導體磊晶疊層單元，磊晶成長於該非導電成長基板上，包括：

一成長於該非導電成長基板上，具有導電性之一犧牲層；

一成長於該犧牲層上，具有第一導電特性之第一半導體材料層；以及

一成長於該第一半導體材料層上，具有第二導電特性之第二半導體材料層；

一第二半導體光電元件，設置於該非導電成長基板上，包括：

一設置於該非導電成長基板上，具有第二導電特性之第三半導體材料層；

一成長於該第二半導體材料層上，具有第一導電特性之第四半導體材料層；

一導電連結結構，設置於該非導電成長基板上，電性連結該一第一半導體光電元件之第一半導體材料層與該第二半導體光電元件之第三半導體材料層；

一第一電極，設置於該非導電成長基板上，與該第一半導

體光電元件電性連結；以及

一第二電極，設置於該非導電成長基板上，與該第二半導體光電元件電性連結。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述之半導體光電結構，其中該非導電成長基板係為至少一表面覆蓋有一絕緣層之導電基板複合結構。

10. 如申請專利範圍第 8 項所述之半導體光電結構，其中該第一半導體磊晶疊層單元更包括一第一發光層，設置於該第一半導體材料層與該第二半導體材料層之間；而該第二半導體磊晶疊層單元更包括一第二發光層，設置於該第三半導體材料層與該第四半導體材料層之間。

11. 如申請專利範圍第 8 項所述之半導體光電結構，其中該導電連結結構係與該犧牲層及/或該第一半導體材料層直接接觸。

12. 如申請專利範圍第 8 項所述之半導體光電結構，其中該導電連接結構係為一金屬導線或一透明導電層。

八、圖式：

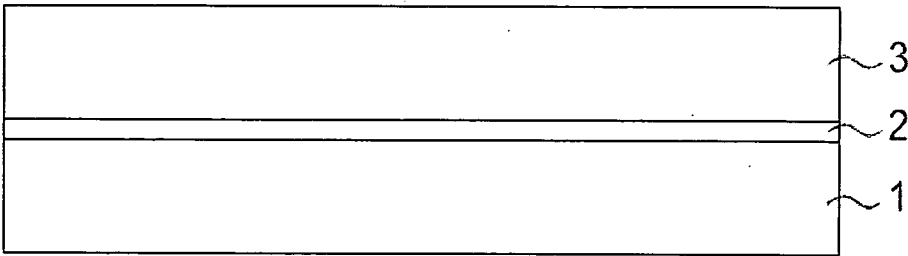


圖 1A

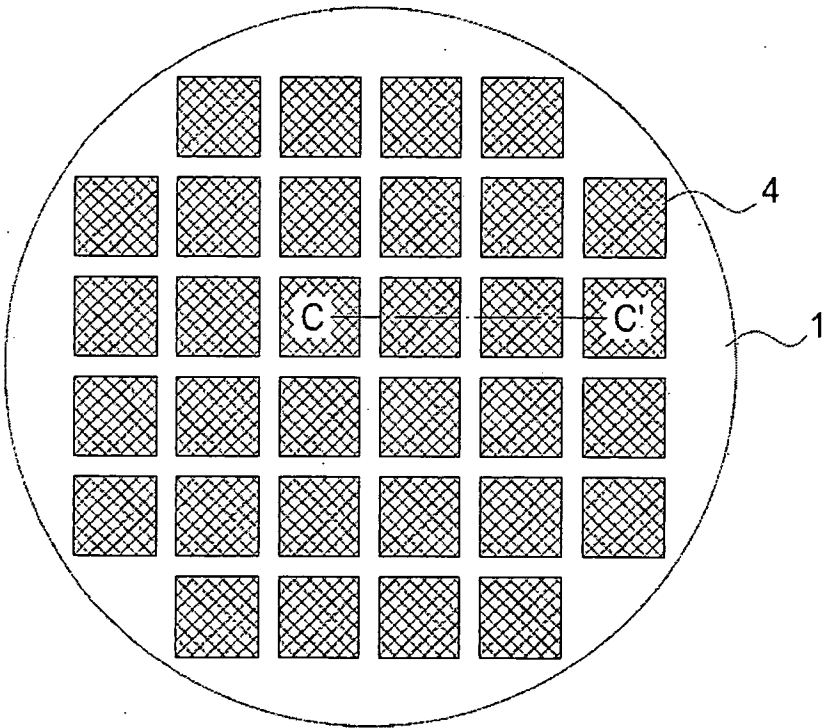


圖 1B

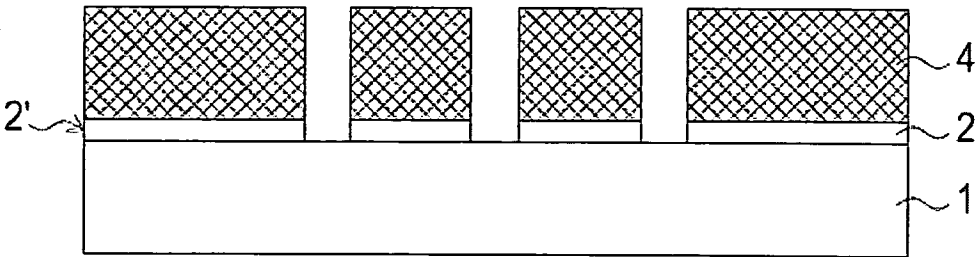


圖 1C

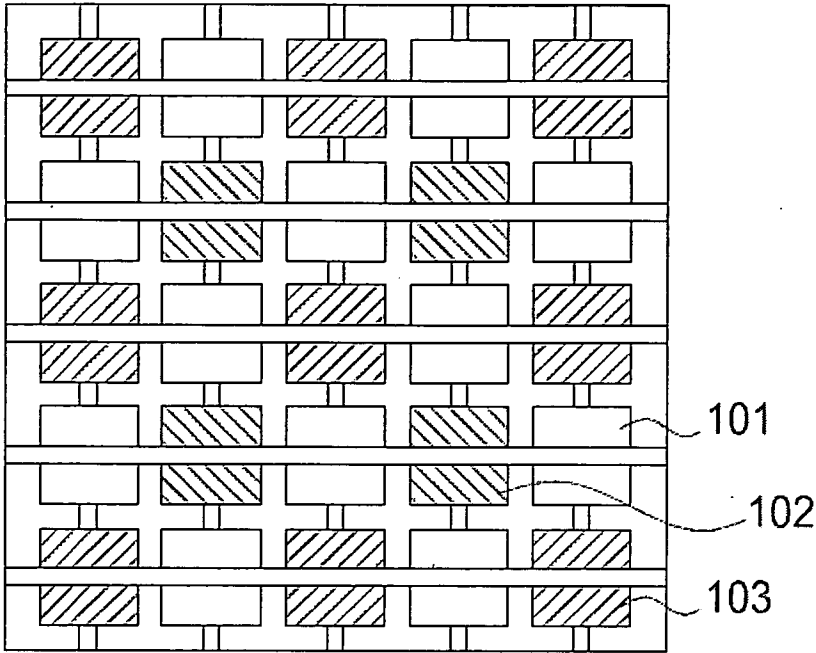


圖 2

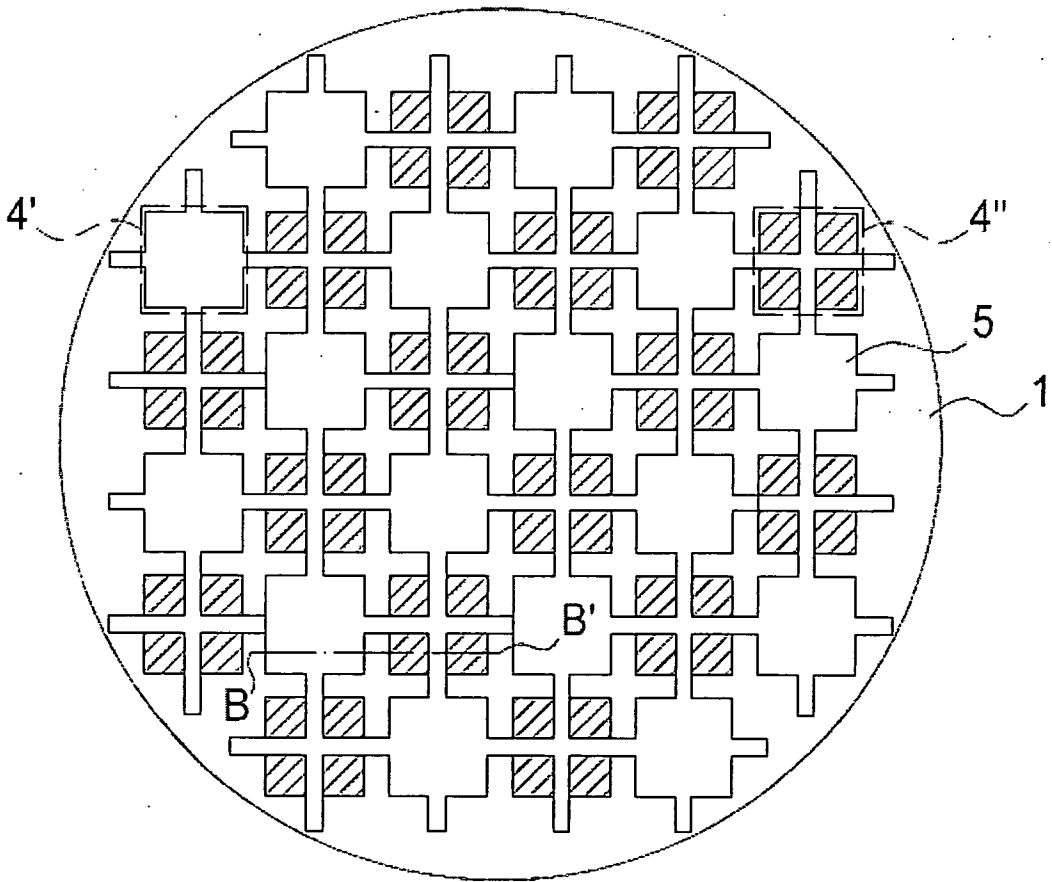


圖 3A

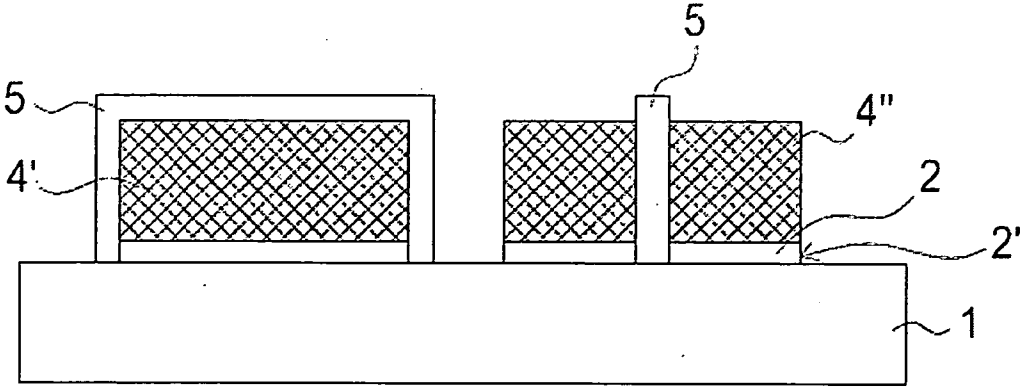


圖 3B

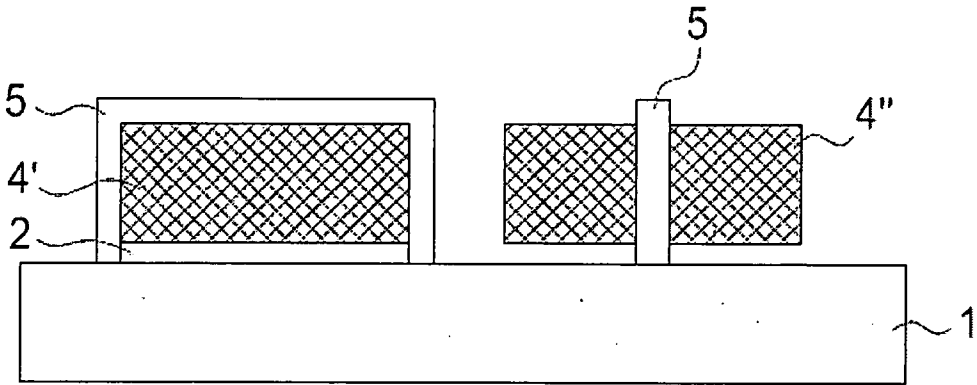


圖 3C

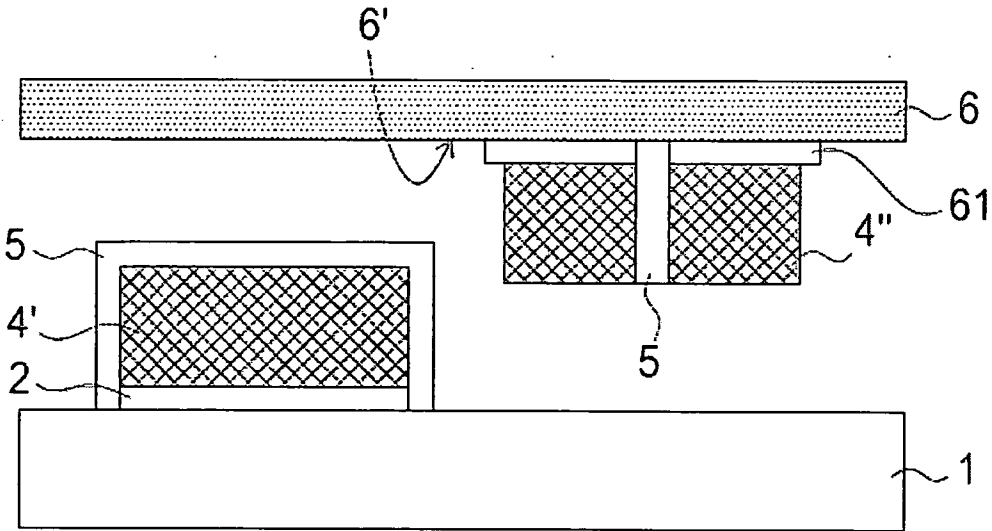


圖 4A

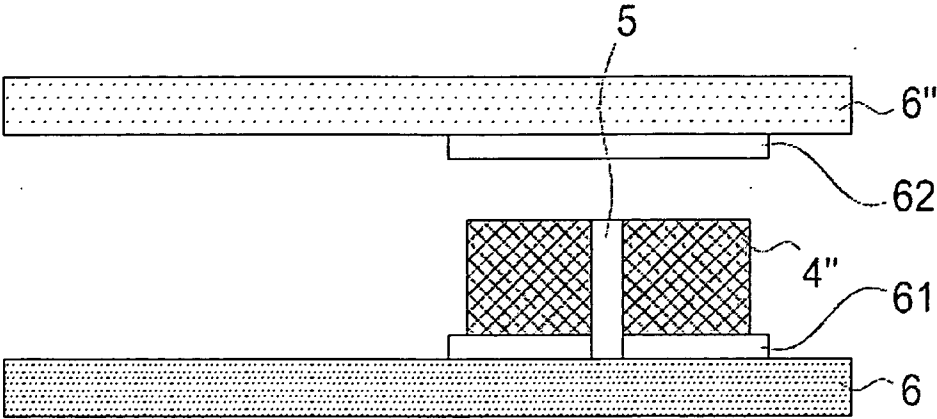


圖 4B

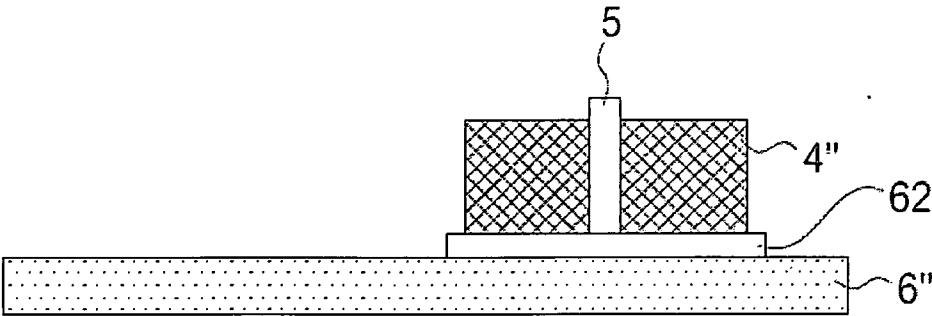


圖 4C

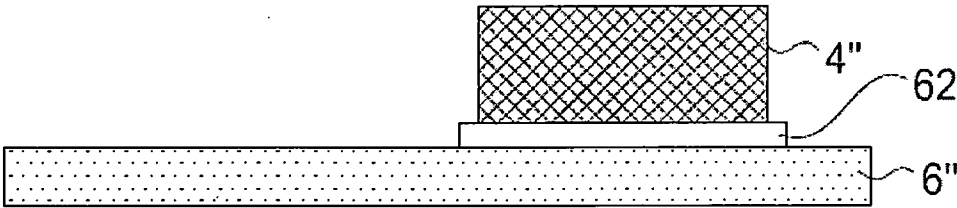


圖 4D

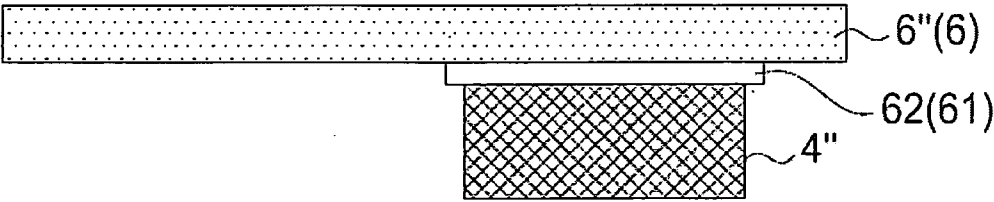


圖 4E

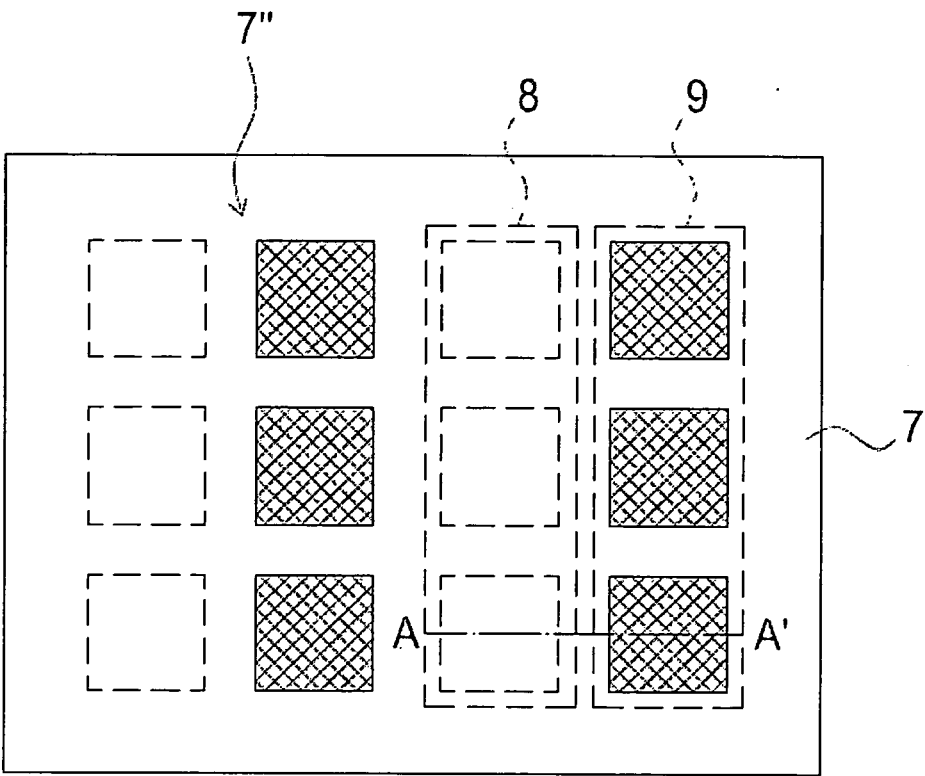


圖 5A

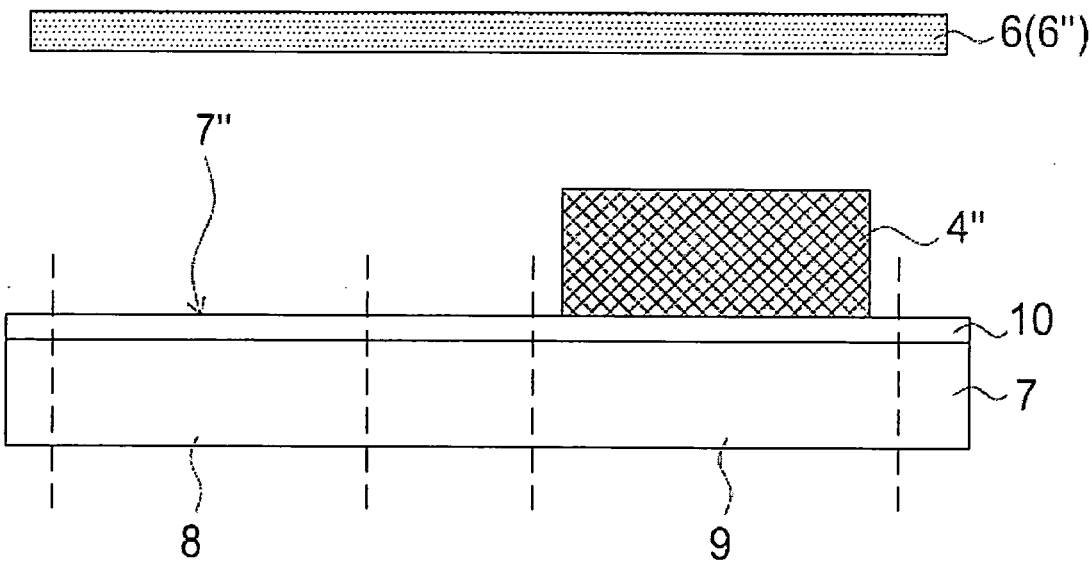
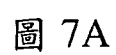


圖 5B



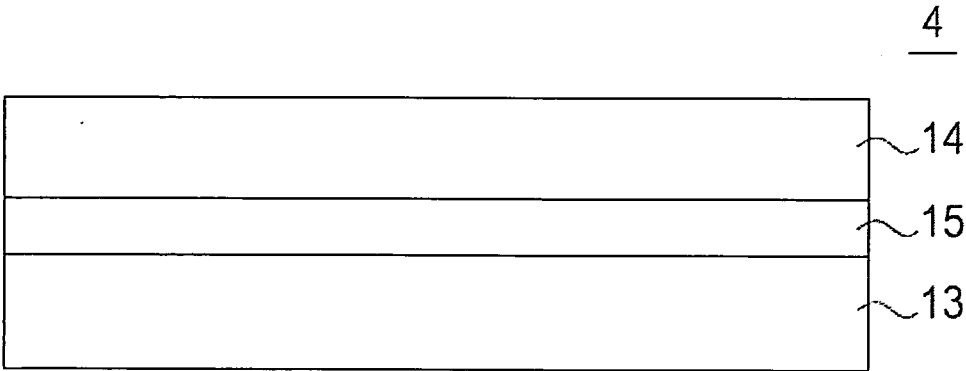


圖 7B

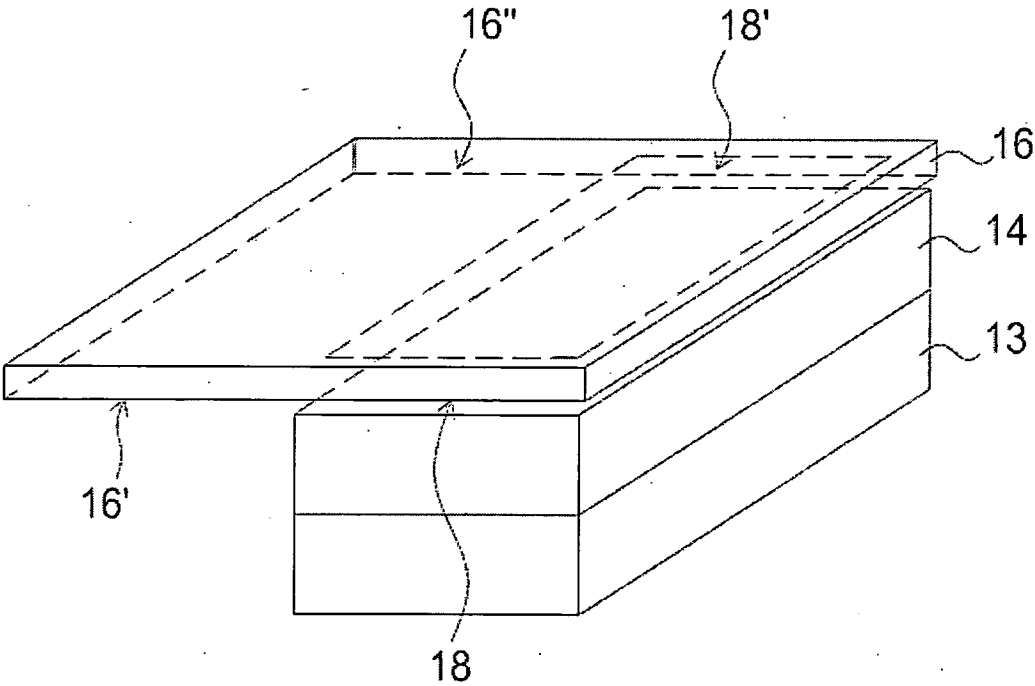


圖 7C

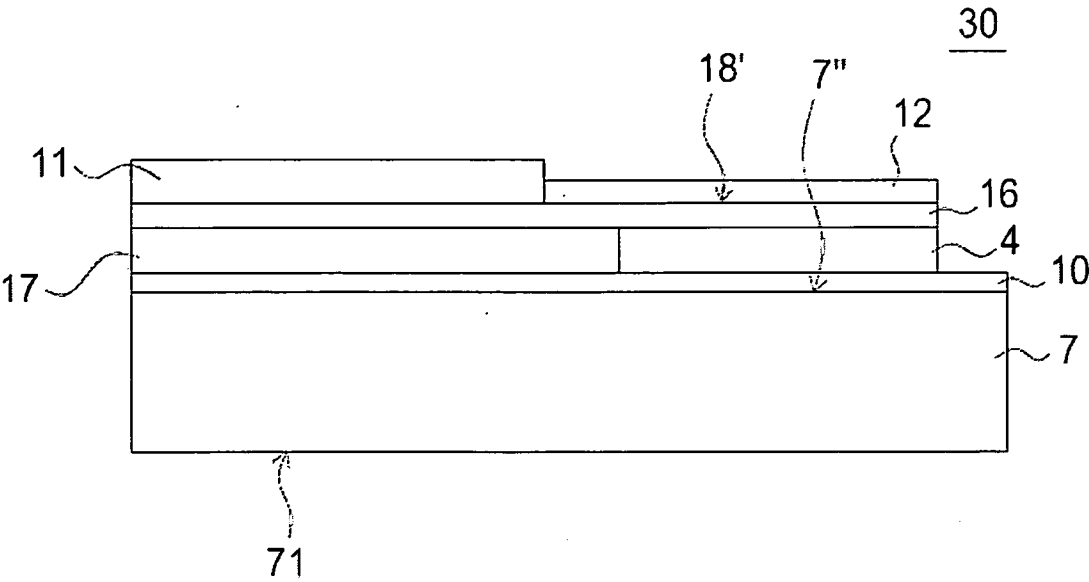


圖 8

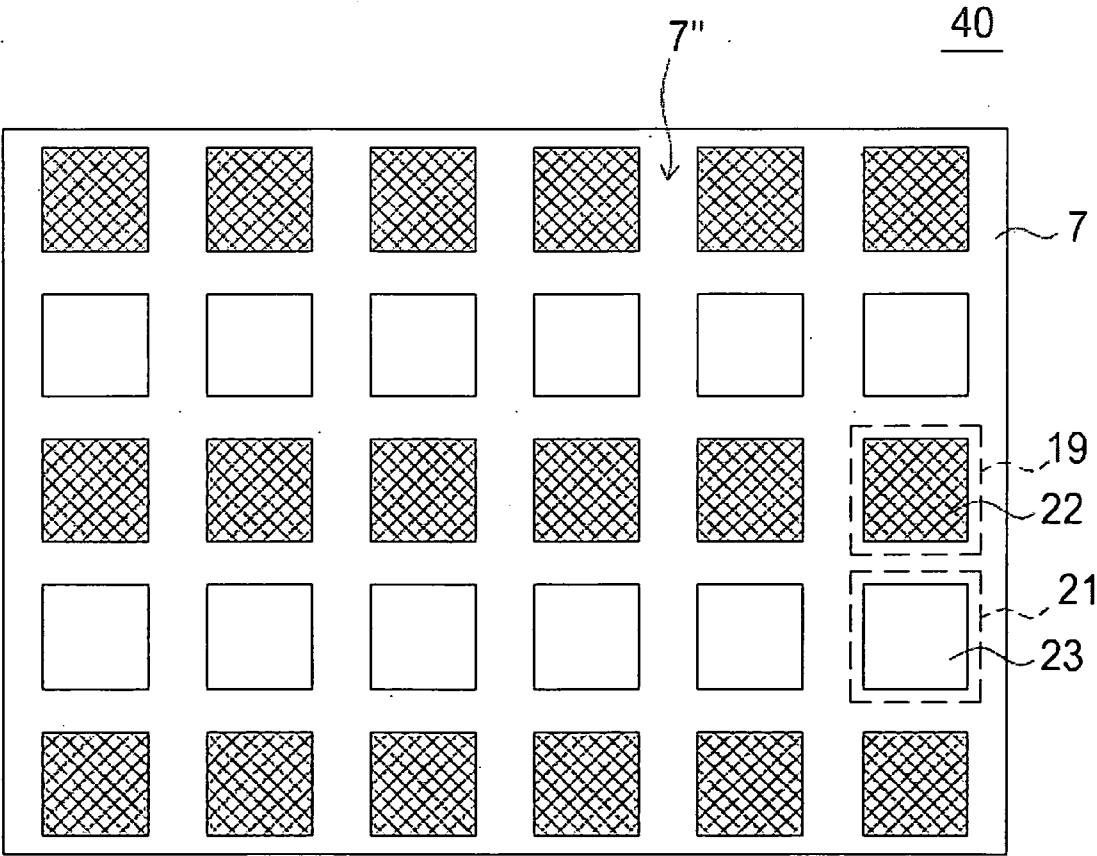


圖 9A

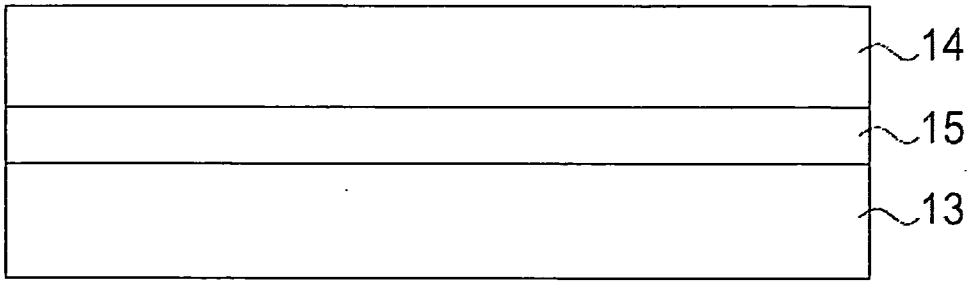


圖 9B

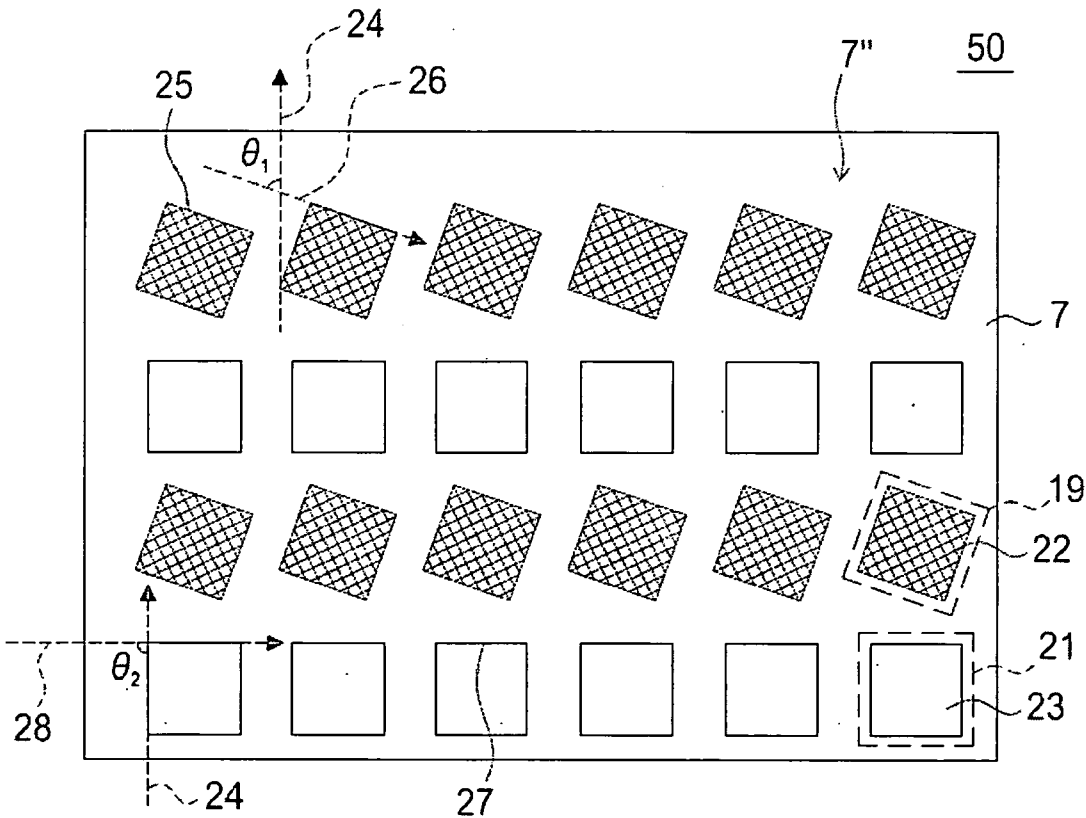


圖 10

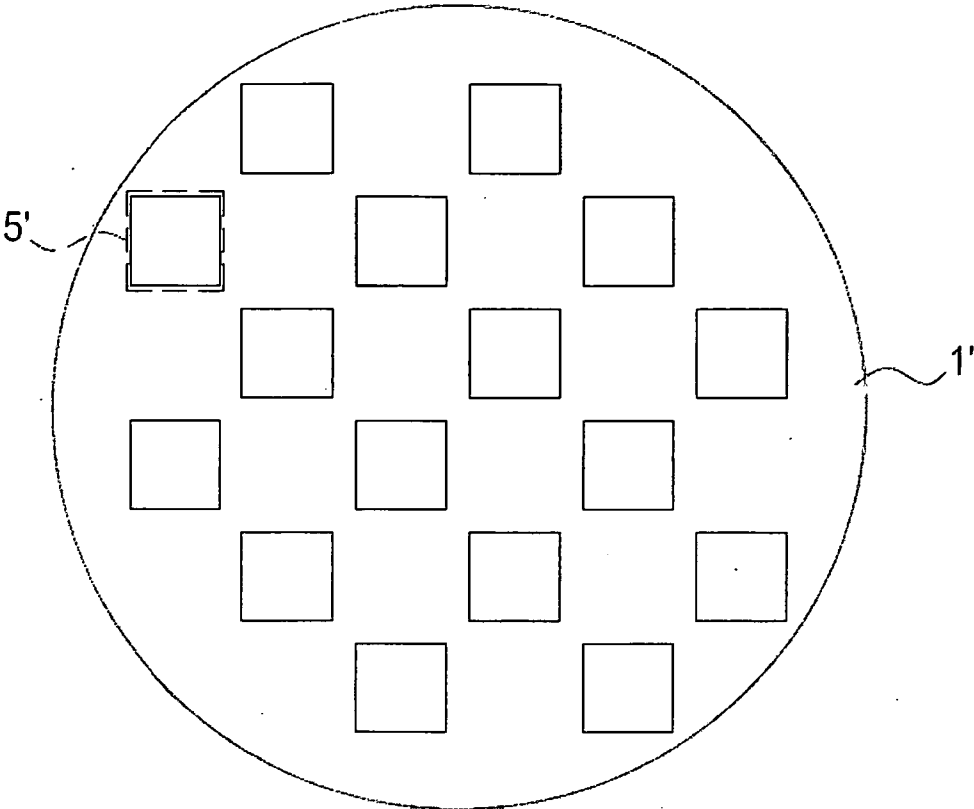


圖 11A

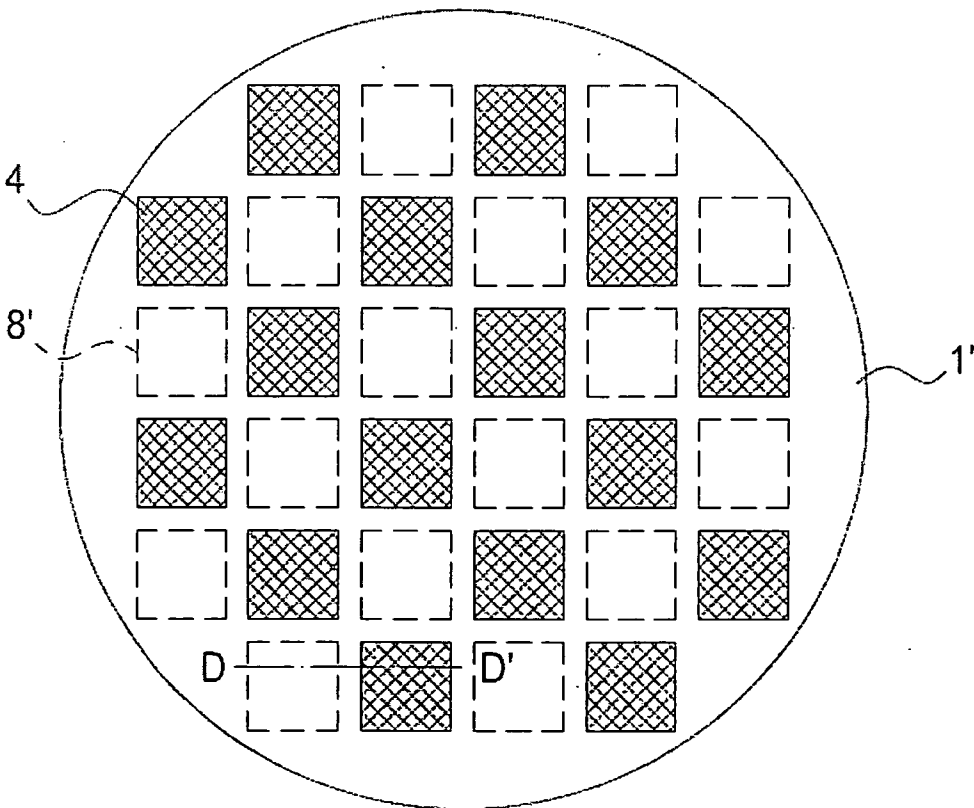


圖 11B

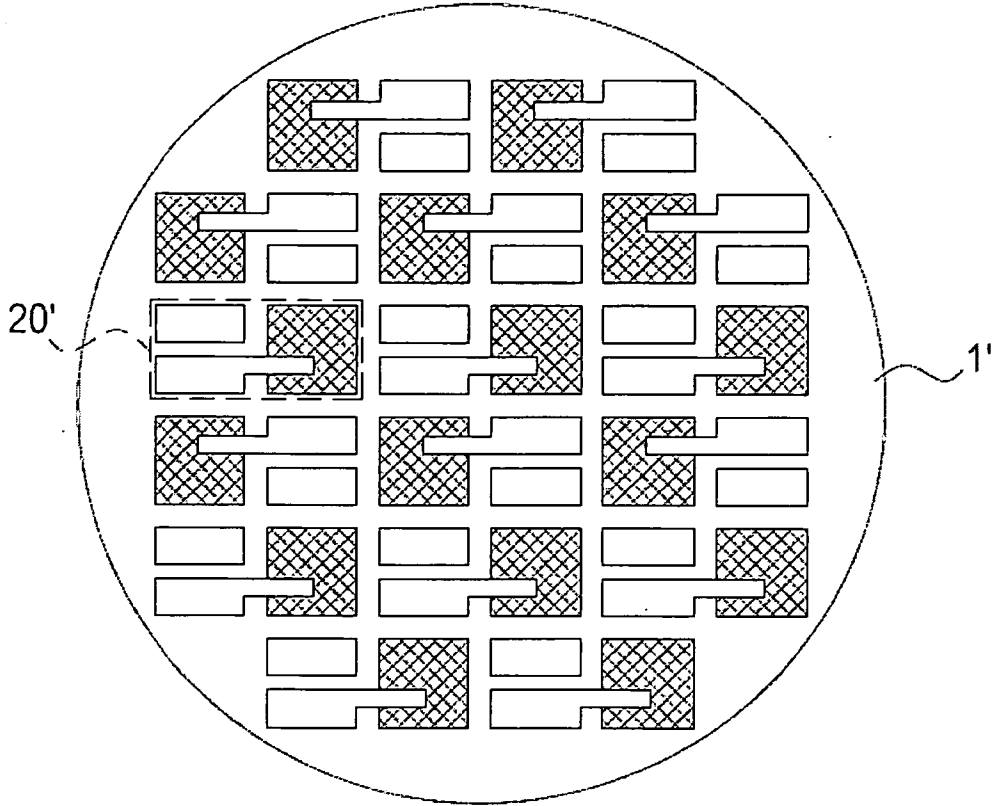


圖 11C

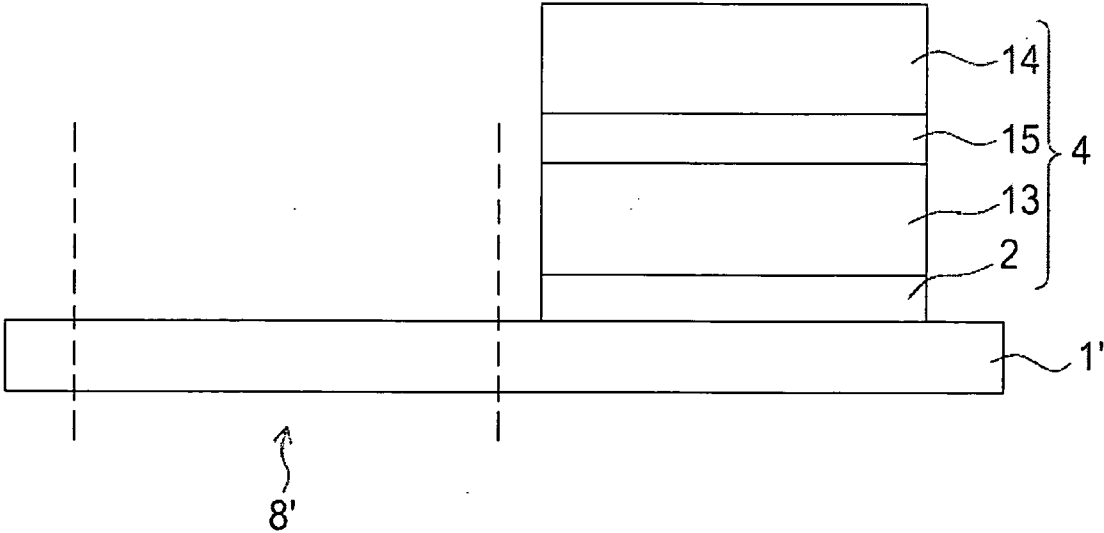


圖 12A

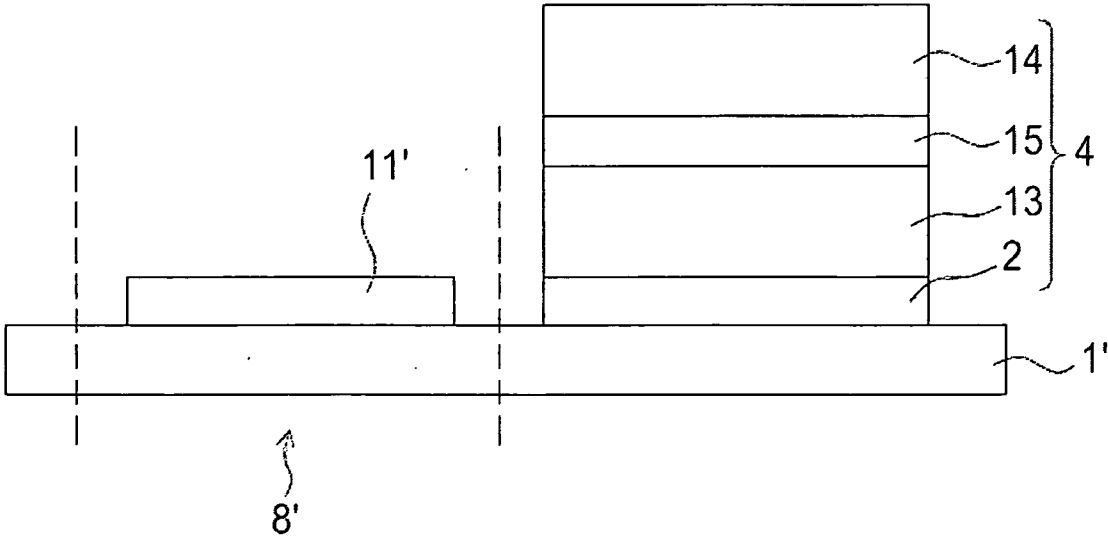


圖 12B

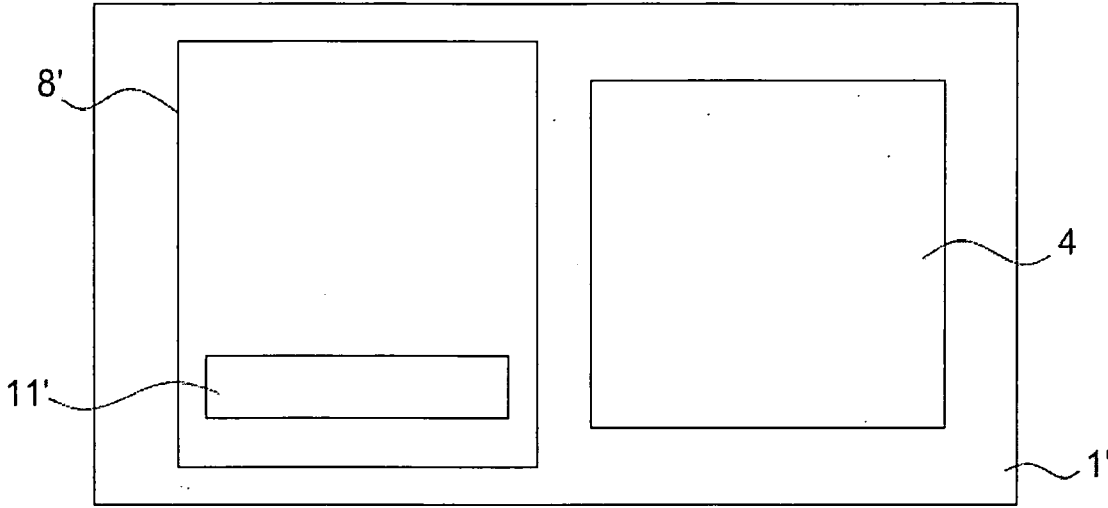


圖 12C

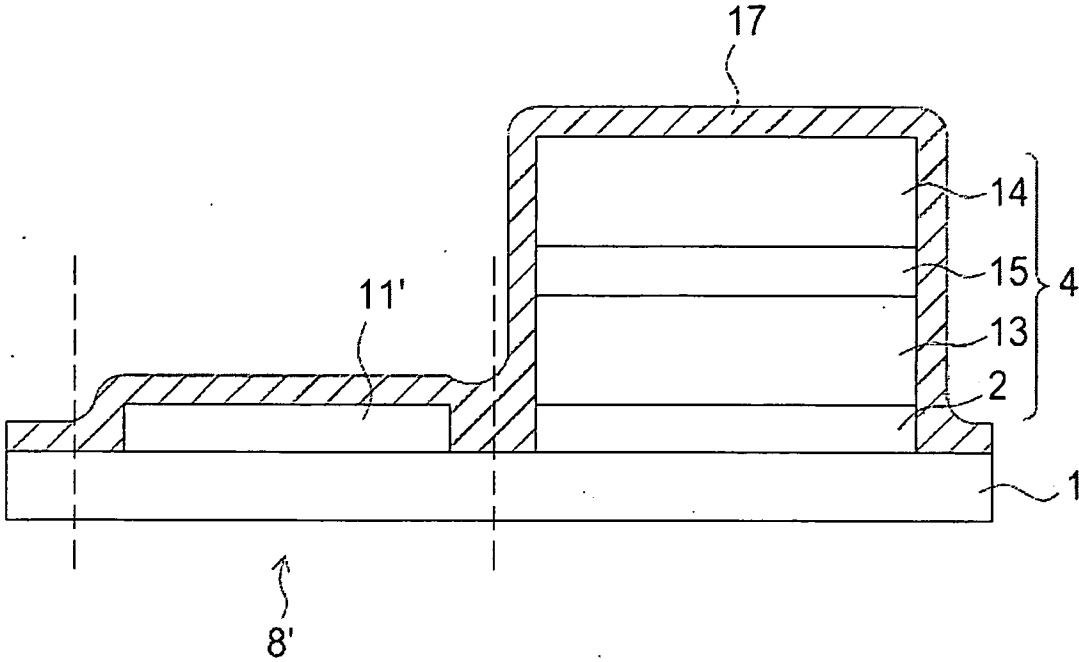


圖 12D

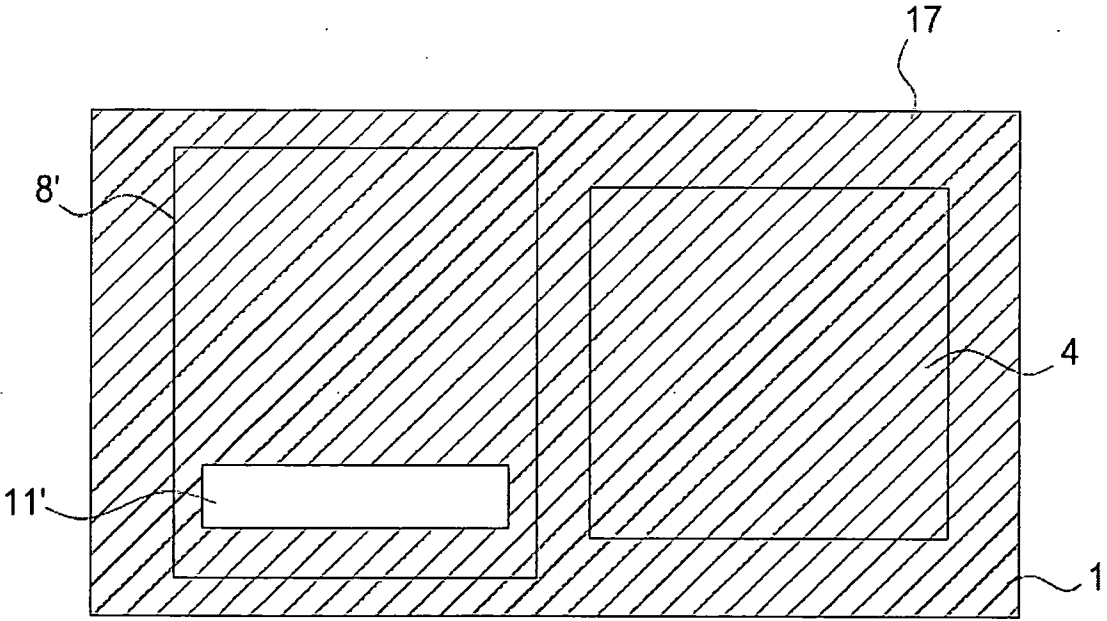


圖 12E

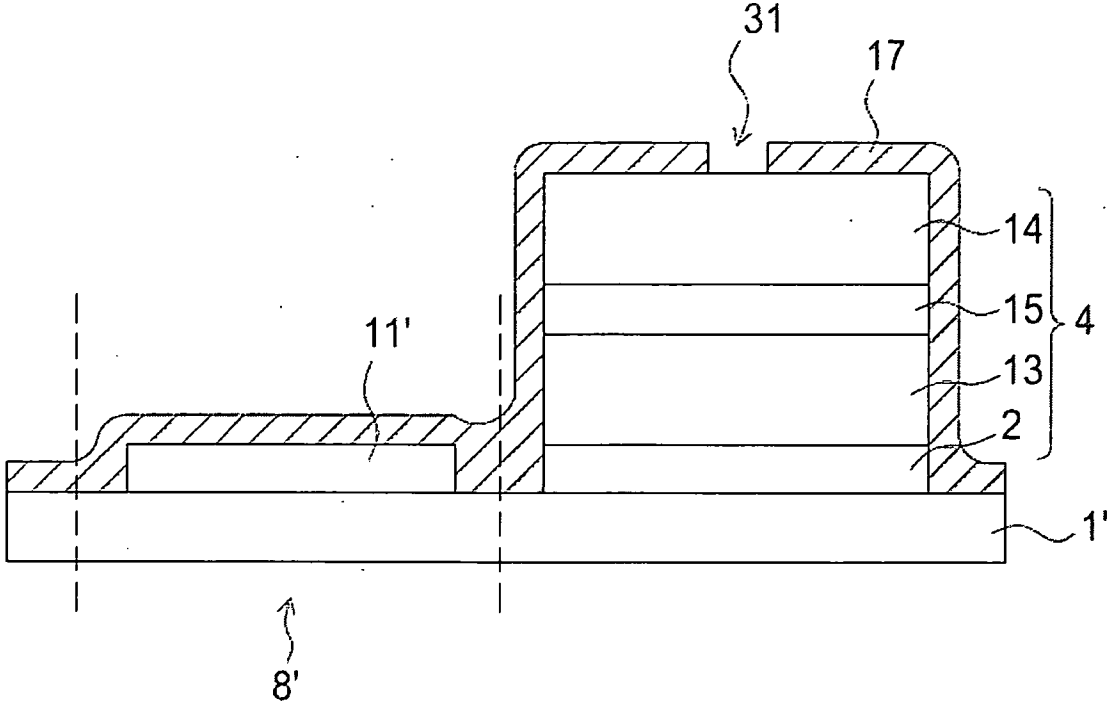


圖 12F

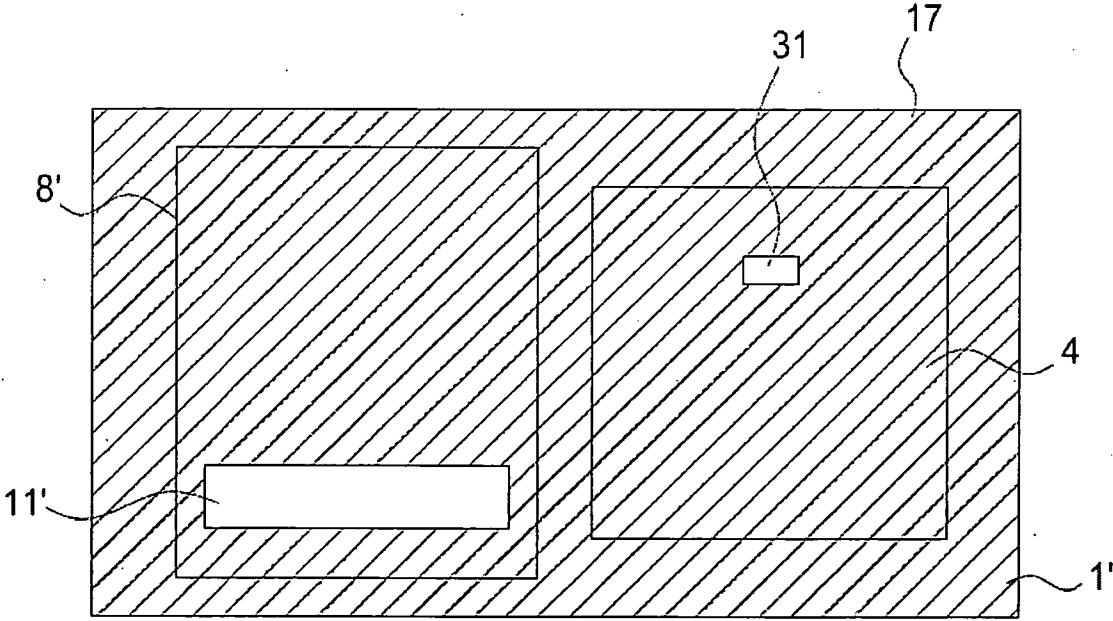


圖 12G

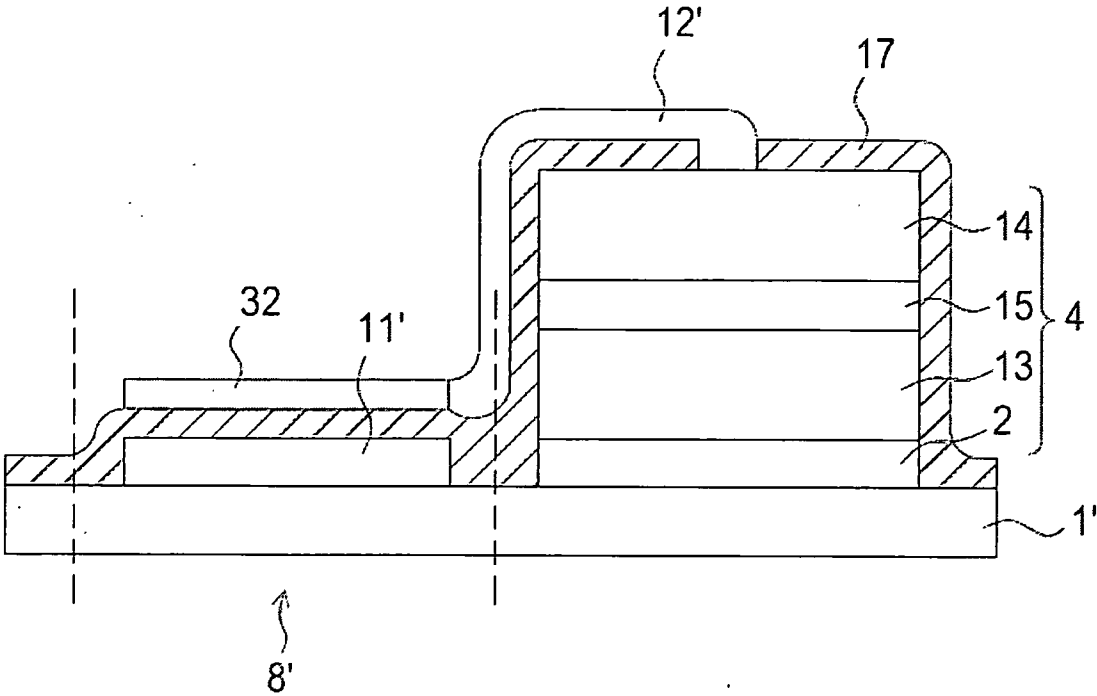


圖 12H

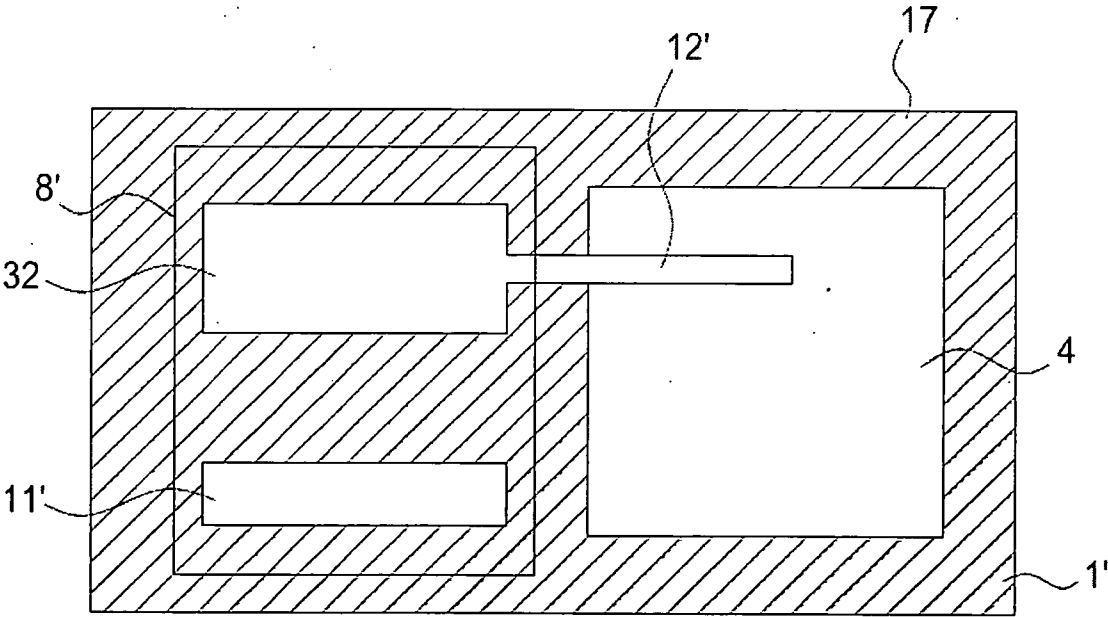


圖 12I

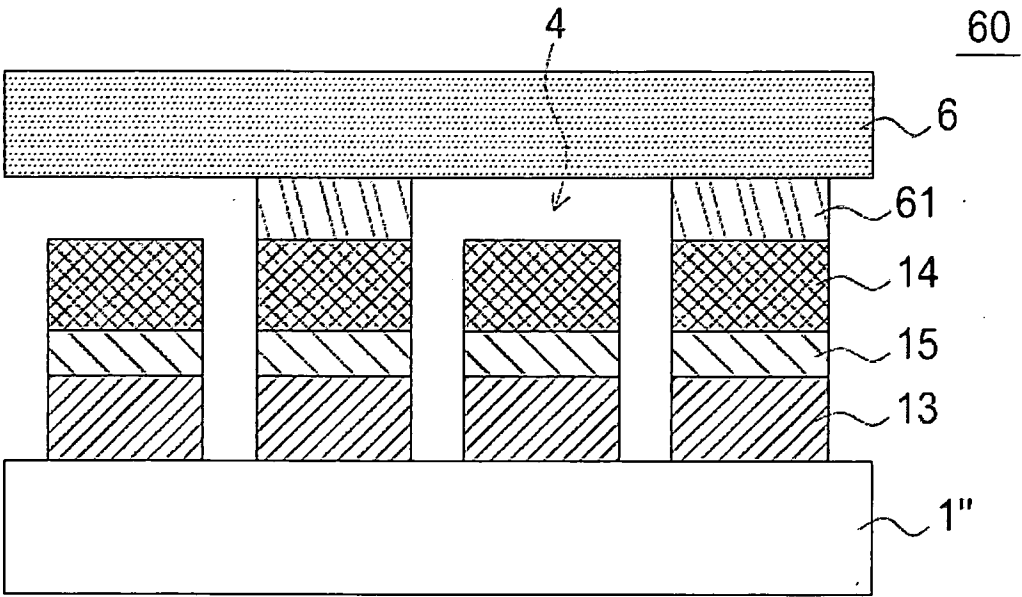


圖 13A

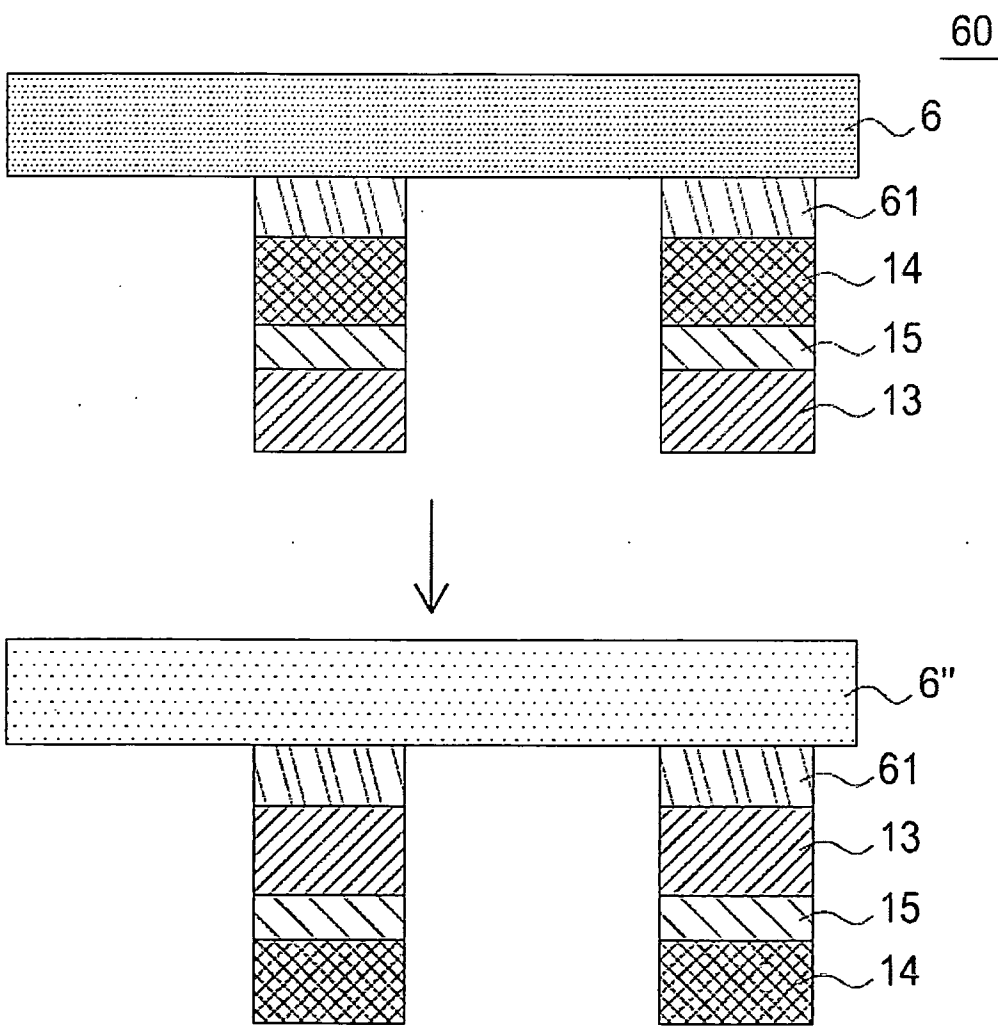


圖 13B

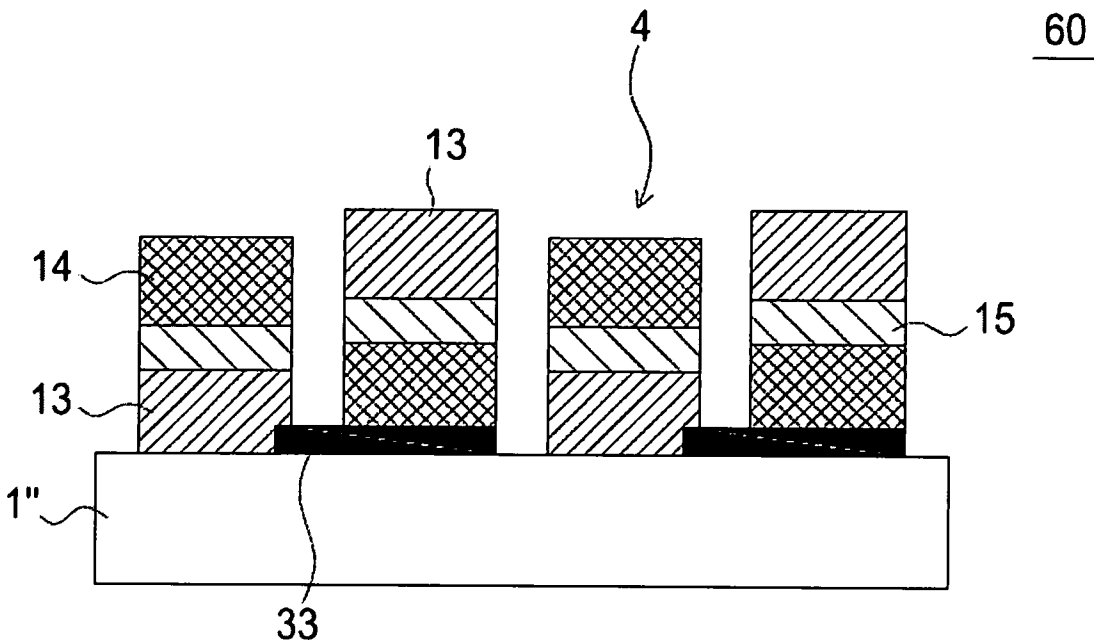


圖 13C

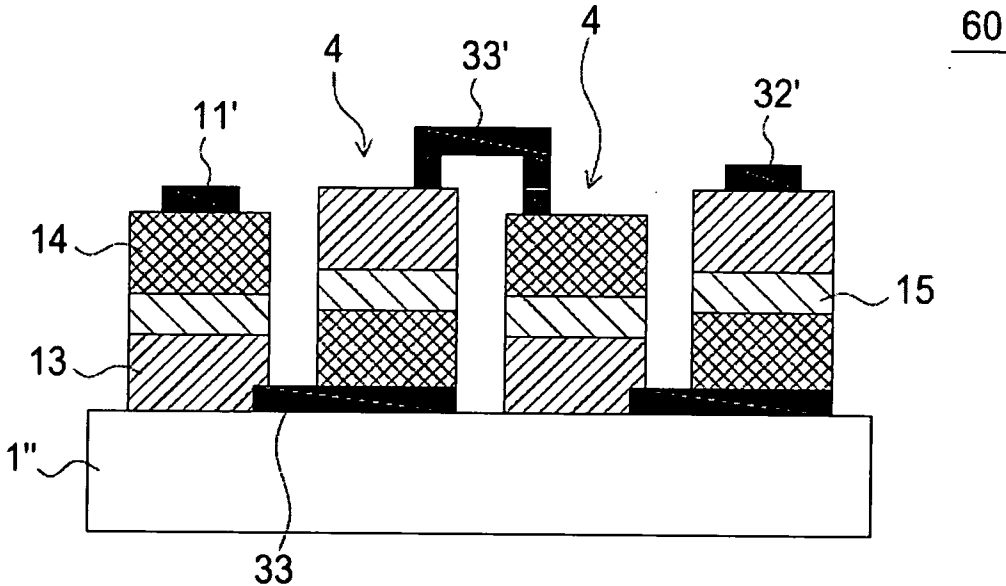


圖 13D